



Cláudia Ferreira Pestana

[Licenciada em Biotecnologia]

Desenvolvimento de Atividades de Qualidade e Segurança Alimentar na empresa Aviludo, filial do Prior Velho

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Tecnologia e Segurança Alimentar

Orientador: [Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando, Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa]

Co-orientador: [Maria Isabel de Jesus Oliveira, Assessora da Qualidade]

[Setembro 2013]



FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE NOVA DE LISBOA

Cláudia Ferreira Pestana

[Licenciada em Biotecnologia]

Desenvolvimento de Atividades de Qualidade e Segurança Alimentar na empresa Aviludo, filial do Prior Velho

Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em
Tecnologia e Segurança Alimentar

Orientador: [Ana Luísa Almaça da Cruz Fernando, Professora Auxiliar, Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Nova de Lisboa]

Co-orientador: [Maria Isabel de Jesus Oliveira, Assessora da Qualidade]

[Setembro 2013]

Direitos de cópia

Desenvolvimento de Atividades de Qualidade e Segurança Alimentar na empresa Aviludo, filial de Prior Velho Copyright © Cláudia Ferreira Pestana, FCT-UNL. A Faculdade de Ciências e Tecnologia e a Universidade Nova de Lisboa têm o direito, perpétuo e sem limites geográficos, de arquivar e publicar esta dissertação através de exemplares impressos reproduzidos em papel ou de forma digital, ou por qualquer outro meio conhecido ou que venha a ser inventado, e de divulgar através de repositórios científicos e de admitir a sua cópia e distribuição com objetivos educacionais ou de investigação, não comerciais, desde que seja dado crédito ao autor e editor.

Agradecimentos

Em primeiro lugar quero agradecer à minha orientadora de estágio na faculdade, Ana Luísa Fernando e à minha orientadora externa na empresa Aviludo, a Eng^a Isabel Oliveira. Também devo um obrigado à Eng^a Penélope Ramos, que foi quem aceitou e tratou de me encarregar de um estágio nesta empresa. A Eng^a Joana Machado e a Eng^a Sandra Martins e os restantes funcionários foram também um apoio durante a permanência na Aviludo.

Aos meus pais e restante família, que tornaram possível a minha permanência na universidade até aqui e sempre me apoiaram. Não posso deixar de referir a minha irmã.

E claro aos meus amigos e colegas de curso: Ana Correia, Ana Mingote, Ana Santos, Bernardo Salgado, Gislene Palmeira, Gonçalo Mestre, Idálio Viegas, Inês Pataco, João Granja, Leonardo Silva, Marina Baltazar, Mariana Mateus, Marta Alves, Sara Carvalho, Verena, e Verónica Martins.

Resumo

A presente dissertação tem como objetivo definir o limite crítico de controlo do PCC relativo ao detetor de metal, numa sala de desmancha.

Os perigos físicos são a maior fonte de reclamações por parte dos clientes (Edwards *et al.*, 2007). Dentro deles, o metal é um dos principais contaminantes. A maioria das indústrias alimentares contam com um detetor de metais para se protegerem. No entanto, têm dúvidas de que limites críticos de controlo devem adotar. O limite deve assegurar a segurança dos consumidores e proteger a imagem pública da empresa. Normalmente são aceites os limites de deteção citados pelos fornecedores do detetor.

A sensibilidade dos detetores de metais é afetada pelo tipo de produtos e o tipo de contaminantes. O ambiente externo de uma fábrica também influencia na capacidade do detetor. Estes fatores não são, muitas vezes, considerados nos dados providenciados pelos fornecedores. Daí a importância dos testes serem realizados com os produtos que serão examinados.

Foram realizadas avaliações de perigo, testes com o detetor de metais e questionários aos consumidores, para estabelecer o limite crítico de controlo relativo ao PCC do detetor de metais, numa sala de desmancha de carnes.

Demonstrou-se que neste tipo de indústrias, o metal apresenta-se como um potencial contaminante de probabilidade alta, se não forem tomadas precauções. Na empresa em estudo, usufruindo do detetor que esta possui, o limite crítico de controlo imposto foi 2,5 mm de diâmetro para os materiais ferrosos e 3,0 mm de diâmetro para o aço inoxidável. Um contaminante de 3,0 mm ostenta um grau de baixa ou nula severidade, sendo que dos resultados dos questionários a maioria dos consumidores não aceitavam fragmentos entre 4,0 a 7,0 mm, portanto possivelmente muitos deles também rejeitariam 3,0 mm.

Para combater a contaminação, na indústria alimentar, o essencial é tomar medidas preventivas.

Palavras-chave: segurança alimentar, perigos físicos, detetor de metal, limite crítico de controlo.

Abstract

The aim of this thesis is to define the critical control limit of the CCP on the metal detector, in a cutting room.

Physical hazards are the biggest source of complaints by customers (Edwards *et al.*, 2007). Within them, metal is one of the biggest contaminants. Most of food industries have a metal detector for self protection. However, there are questions about what critical control limits should be adopted. The limit should ensure the safety of consumers and protect the company's public image. Usually, the limit of detection quoted by the detector supplier is adopted.

The sensitivity of metal detectors is affected by the type of product and the type of contaminants. The external environment of the factory also influences the ability of the detector. Often these factors aren't considered in data provided by the suppliers. Therefore, it is important that tests are performed with the products that will be examined.

Risk assessments, tests with the metal detector, and questionnaires to consumers were performed to establish critical control limits of the CCP metal detector, in a cutting room.

It was demonstrated that in this type of industry, metal appears as a potential contaminant of high probability, if precautions are not taken. In the company in study, the critical control limit stated was 2,5 mm diameter for ferrous metals and 3,0 mm diameter for stainless steel, employing their one detector. A contaminant of 3,0 mm produces a low or zero degree of severity, considering the results of questionnaires, the most of consumers rejected fragments between 4,0 mm to 7,0 mm, thus possibly many of them also rejected 3,0 mm.

Key-words: food safety, physical hazards, metal detector, critical control limit.

Índice de matérias

Resumo	VII
Abstract	IX
Índice de figuras	XIII
Índice de tabelas.....	XV
Listas de abreviaturas, siglas e símbolos.....	XVII
1. Introdução.....	1
1.1 Implementação de sistemas de gestão de segurança alimentar.....	1
1.1.1 Perigos nos alimentos.....	3
1.2 Perigos físicos.....	5
1.2.1 Medidas de prevenção e métodos de deteção de perigos físicos	7
1.3 Perigos físicos na indústria cárnica	15
1.3.1 Casos de perigos físicos em carnes.....	16
1.4 Objetivo	18
2. Materiais e métodos.....	19
2.1 A empresa.....	19
2.2 O detetor de metais.....	22
2.3 Materiais contaminantes.....	24
2.4 Fragmentos metálicos e testes ao detetor	25
2.5 Análise dos questionários.....	27
2.6 Definição do limite crítico.....	28
3. Resultados.....	29
3.1 Avaliação de perigo.....	29
3.2 Testes do detetor de metais	44
3.3 Análise dos questionários.....	48
4. Discussão	53
5. Conclusão	69
6. Bibliografia	71
7. Anexos	77

Índice de figuras

Figura 1.1 Esquematização do sistema de bobinas equilibradas.....	10
Figura 1.2 Efeito no campo eletromagnético aquando a passagem de um metal num sistema de bobinas equilibradas	10
Figura 1.3 Ilustração das diferentes orientações que um metal pode adquirir	13
Figura 2.1 Esquema geral da empresa Aviludo - Filial de Lisboa.....	20
Figura 2.2 Esquematização da produção no piso 1	22
Figura 2.3 Detetor de metais.....	23
Figura 2.4 Fragmentos metálicos.....	26
Figura 2.5 Questionário realizado aos consumidores.....	28
Figura 4.1 Posição do contaminante em relação à altura da cabeça do detetor.....	57
Figura 4.2 Sistema de três cabeças.....	61

Índice de tabelas

Tabela 1.1. Casos de presença de perigos físicos em diversos alimentos	7
Tabela 1.2. Procedimentos para prevenir a ocorrência de perigos físicos	8
Tabela 1.3 Limites de detecção metálica em várias indústrias	14
Tabela 1.4 Casos da presença de perigos físicos na carne e produtos derivados	17
Tabela 2.1- Propriedades do detetor de metais adquirido pela Aviludo	23
Tabela 2.2. Limites de detecção e sensibilidade de cada programa	23
Tabela 2.3 Matriz de risco	24
Tabela 2.4 Equipamentos de corte existentes na Aviludo	25
Tabela 2.5 Fatores e as respectivas variações estudadas.....	26
Tabela 3.1 Avaliação de perigo das salsichas	30
Tabela 3.2 Avaliação de perigo das Hambúrgueres	34
Tabela 3.3 Avaliação de perigo das carnes refrigeradas.....	38
Tabela 3.4 Avaliação de perigo das carnes fatiadas	41
Tabela 3.5 Resultados do Programa 1	45
Tabela 3.6 Resultados do Programa 2	45
Tabela 3.7 Resultados do Programa 3	45
Tabela 3.8 Resultados do Programa 4	46
Tabela 3.9 Novos programas	47
Tabela 3.10 Resultados da análise aos consumidores	48
Tabela 4.1 Conclusões de estudos e avaliações acerca dos perigos dos contaminantes físicos	63
Tabela 4.2 Ajustes aos programas e averiguação dos limites de detecção com provetes, para o ferroso e o aço inoxidável	65

Listas de abreviaturas, siglas e símbolos

ASAE: Autoridade de Segurança Alimentar e Económica.

BPFH: Boas Práticas de Fabrico e Higiene.

BRC: British Retail Consortium, Consórcio Britânico de Retalho.

CCFRA- Campden and Chorleywood Food Research Association, Associação de Investigação Alimentar de Campden e Chorleywood.

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations, Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura.

FDA: Food and Drugs Administration, Administração de Alimentos e Drogas.

FSIS: Food Safety and Inspection Service, Segurança Alimentar e Serviço de Inspeção.

HACCP: Hazard Analysis and Critical Control Point, Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo.

ISO: International Organization for Standardization, Organização Internacional para Padronização.

OMS: Organização Mundial de Saúde.

PPR: Programa de Pré-requisitos.

PPRO: Programa de Pré-requisitos Operacionais.

SGSA: Sistemas de Gestão e Segurança Alimentar.

TJMG: Tribunal de Justiça do Estado de Minas Gerais

TJMGS: Tribunal de Justiça do Mato Grosso do Sul

TJRJ: Tribunal de Justiça do Rio de Janeiro

UNL- IANR: University of Nebraska-Lincoln e Institute of Agriculture and Natural Resources, Universidade de Lincoln-Nebraska e Instituto da Agricultura e de Recursos Naturais

VWA: Voedsel en Waren Autoriteit, Autoridade de Segurança Alimentar.

1. Introdução

1.1 Implementação de sistemas de gestão de segurança alimentar

A segurança alimentar é um tema relevante para toda a população. A expressão “segurança alimentar” refere-se a alimentos que são fornecidos livres de contaminação, à implementação de sistemas de prevenção dessa contaminação e à sua disseminação, e ainda a alimentos submetidos a uma eficaz remoção dessas contaminações (Lawley, *et al.*, 2008).

Atualmente, o universo de consumidores é muito maior e apresenta grande diversidade de exigências, pretendendo outro tipo de produtos e embalagens, uma melhor relação preço-qualidade, bem como uma maior preocupação com a saúde, decorrente de uma maior segurança alimentar. Além do mais, existe um mercado internacional, pelo que é importante e necessária a existência de coerência entre as legislações dos vários países. A indústria, para se tornar competitiva, e ver as suas marcas bem cotadas no mercado, para além de cumprir a legislação, tem de conseguir satisfazer os clientes, demonstrando que o seu processamento é seguro.

A alimentação é a base de sobrevivência de qualquer animal, pelo que, desde que o Homem adquiriu hábitos alimentares, teve a necessidade de salvaguardar a sua segurança. No passado, as preocupações em relação à segurança alimentar passavam apenas pela questão “é comestível (não venenoso) ou não?”. O Homem foi descobrindo novos instrumentos de trabalho, que permitiram iniciar a prática da pesca e da caça, tornou-se sedentário, levando a cabo a pecuária, descobriu o fogo, começando a dar valor à digestibilidade e sabor dos alimentos. Os descobrimentos marítimos deram a conhecer novos alimentos e, assim, todos estes aspetos contribuíram para uma alteração dos hábitos alimentares.

Mais tarde, com a revolução industrial, com o advento da eletricidade, com a utilização de nova maquinaria, sucedeu a Era da Produção em Massa, em 1920, começando-se a produzir em quantidades massivas, o que permitiu que o custo por unidade diminuísse (Santos *et al.*, sem data). Porém, esta produção em massa levava a erros, que não eram detetados, ou nem sequer conhecidos. Além disso, o armazenamento, quer nas fábricas, quer em casa, era feito nas condições ambientais, ou seja, a temperaturas moderadas e má higienização, levando à presença e disseminação de pragas e microrganismos (European Commission, 2007).

Nos anos 50 começaram a aparecer sinais de doenças transmitidas pela alimentação animal, como a tuberculose bovina, a febre aftosa e a triquinose (European Commission, 2007). Também as intoxicações e infeções microbianas passaram a ser conhecidas e constituíam grande parte dos problemas de saúde (European Commission, 2007).

A partir destes acontecimentos, em 1960, a Comunidade Europeia do Carvão e do Aço, composta por 6 países e precursora da atual União Europeia, tomou medidas para combater as zoonoses. Começou, então, aqui a existir uma preocupação com a segurança alimentar, sendo que, nesta altura, muito assente na veterinária (European Commission, 2007). Nesta década, os conhecimentos da microbiologia, da química, da nutrição e até das tecnologias, progredi-

ram, levando a uma mudança significativa nas várias fases de processamento, incluindo o embalamento, a conservação, o transporte e o armazenamento (European Commission, 2007). Estes avanços permitiram começar a entender que perigos alimentares existiam, com que risco e como os eliminar ou atenuar.

Em 1963, foi criado o *Codex Alimentarius* pelos Estados-Membros da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) e da Organização Mundial de Saúde (OMS), com o objetivo de proteger a saúde dos consumidores e garantir práticas justas no comércio internacional de alimentos, através do desenvolvimento de normas de segurança comuns alimentares (European Commission, 2007). Para assegurar a saúde pública e a transparência dos produtos alimentares, os governos, com a ajuda de especialistas destas organizações, estabeleceram novas normas, o *Codex Alimentarius*, Códigos de Boas Práticas, de modo a criarem Sistemas de Gestão da Segurança Alimentar (SGSA). Alguns destes modelos são optativos, enquanto outros são de caráter obrigatório.

Em 1986, a Comissão do *Codex Alimentarius* aconselhou o uso de sistemas de autocontrolo baseados nos princípios da Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controlo. (HACCP) às empresas alimentares (Baptista *et al.*, 2003). Entretanto, acontecimentos como a encefalopatia espongiforme bovina e as dioxinas nos cereais, levaram a um contínuo e intenso estudo da segurança alimentar e fez governos, estudiosos e as próprias indústrias buscarem soluções ou precauções para evitar estas ocorrências (Yeung e Morris, 2001).

Em 2000 foi publicado o Livro Branco sobre a Segurança dos Alimentos, que introduziu o conceito de segurança e controlo “da quinta à mesa”, ou seja, desde a produção primária até ao consumidor final, o que revolucionou o modo de atuar neste setor.

A rastreabilidade passou a ser tomada como um ponto fundamental. O controlo de todos os passos de determinado produto facilita a deteção do local de contaminação e, consequentemente, a identificação das possíveis falhas, permitindo a redução do impacto destas. Atualmente, o sistema de código de barras (UCC-EAN-128) permite assegurar facilmente a rastreabilidade (Veiga *et al.*, 2009).

O principal objetivo dos SGSA é controlar de forma eficiente os perigos existentes ao longo da cadeia, de forma a garantir a segurança alimentar. Este controlo passa por identificar pontos ou etapas onde estes perigos possam ser eliminados ou reduzidos, aplicando-se as medidas de controlo com base em princípios preventivos (Baptista *et al.*, 2003).

Como exemplos existem o HACCP, o BRC e a ISO 22000, sendo que o primeiro é o mais empregado na Europa. A aplicação destes sistemas segue o lema “da quinta à mesa” (Beulens *et al.*, 2005).

O emprego dos SGSA encontra-se sempre em sintonia com as exigências legais e solicita atuação apenas nos momentos críticos (Beulens *et al.*, 2005).

Na União Europeia a legislação referente ao setor da qualidade e segurança alimentar tem sido revista e, quando necessário, implementada (Beulens *et al.*, 2005). Ainda assim, existem diversas situações que necessitam de maior atenção, pois a legislação pode tornar-se confusa.

Em 2002 foi criada a Autoridade Europeia para a Segurança Alimentar (EFSA), pelo Regulamento (CE) nº 178/2002, que determinou os princípios e normas gerais da legislação alimentar e estabeleceu os procedimentos em matéria de segurança dos géneros alimentícios. Mais tarde, o Regulamento (CE) 852/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho declarou a obrigatoriedade da adoção dos princípios de HACCP às empresas do setor alimentar na Europa, excluindo a produção primária. Esta está de fora da obrigatoriedade de implementação do HACCP, devido à sua complexidade.

Estes sistemas dão muita importância à formação do pessoal que manuseia os alimentos, para que saibam como agir e perceberem o seu fundamento, indicando o Regulamento (CE) 852/2004, no capítulo XII, que aquele deve ser supervisionado e ter formação adequada às suas competências.

Antes de implementar um SGSA é importante conhecer-se bem o processo em que vamos trabalhar. Assim, é necessário ter uma descrição do produto, desenvolver um fluxograma do processo, verificá-lo em fábrica e descrever como vai ser distribuído e usado (FDA, 2007). O HACCP inclui sete princípios que complementam esses pontos.

Pensa-se que, atualmente, com a implementação destes sistemas, a nível industrial, a alimentação seja mais segura que nunca (Beulens *et al.*, 2005).

Ainda assim, subsistem escândalos alimentares (Beulens *et al.*, 2005), quer por desrespeito da legislação, sem que seja posto em causa a saúde humana, quer por questões de segurança que realmente são prejudiciais ao Homem. Por isso, a legislação e busca pelo conhecimento têm de continuar de maneira que existam soluções ou modos de combate em casos de contaminação.

1.1.1 Perigos nos alimentos

A gestão da segurança alimentar emprega dois termos que necessitam ser conhecidos, o perigo e o risco, explicitados adiante.

Perigo é qualquer agente biológico, químico ou físico, ou uma condição presente nos alimentos com potencialidade a causar lesões ou enfermidades (Comissão *Codex Alimentarius*, 2011). Os dois primeiros perigos são habitualmente mais referidos, devido ao maior número de casos divulgados e à sua dificuldade de deteção. Contudo, os perigos físicos podem também causar danos ao consumidor.

Qualquer produto alimentar está exposto a perigos, de modo que pode causar, com maior ou menor probabilidade e severidade ou gravidade, um efeito adverso na saúde dos consumidores. A significância do risco é definida pela função da probabilidade e da gravidade (Comissão *Codex Alimentarius*, 2011).

Para evitar que os alimentos cheguem ao consumidor impróprios é necessário criar medidas para reduzir, eliminar ou evitar o risco para a saúde. Essas medidas devem basear-se numa análise de riscos que englobe uma avaliação dos riscos, gestão dos riscos e comunicação dos riscos (Regulamento n.º 178/2002). Nesta análise é necessário ter em conta fatores como a demografia, os hábitos alimentares, as exigências do consumidor, a economia e o sur-

gimento de novos patogénicos, assim como a sua evolução, pois a transmissão de doenças alimentares está influenciada por estes mesmos fatores (Roberts, 2001; Regulamento n.º 178/2002).

A avaliação dos riscos é efetuada por autoridades reguladoras e tem como objetivos a identificação e caracterização dos perigos, a avaliação da exposição e a caracterização do risco (Nielen e Marvin, 2008). Esta avaliação permite saber para cada tipo de perigo quais as suas características e efeitos, baseando-se em dados epidemiológicos, experimentais e modelos matemáticos, incluindo uma componente quantitativa (Veiga, *et al.*, 2009).

A gestão é feita por políticos, de modo a estabelecer políticas e medidas de prevenção e controlo, caso necessário (Comissão *Codex Alimentarius*, 2011). Geralmente, a comunicação de riscos é de origem governamental e pretende fazer chegar, de forma clara, as informações provenientes dos avaliadores, até aos gestores de risco, consumidores, indústria alimentar ou outros (Nielen e Marvin, 2008; Comissão *Codex Alimentarius*, 2011).

Os perigos químicos advêm de produtos químicos usados na agricultura (pesticidas, herbicidas, inseticidas e outros), aditivos alimentares, antibióticos e reguladores de crescimento usados na produção animal, alergénios, toxinas naturais (solanina, ciguatera, histamina, micotoxinas) e produtos químicos aplicados no decorrer da cadeia industrial (detergentes, migração da embalagem ou da maquinaria) (Roberts, 2001). Os efeitos destes no ambiente e no ser humano são variadíssimos e muitas vezes só são detetados a longo prazo.

É inevitável o uso destes compostos químicos, causado pela grande procura alimentar existente. São necessários ao longo de toda a cadeia de produção alimentar, inclusive para a conservação e higiene.

Existem diversas entidades responsáveis pela regulação da aplicação destes diversos produtos químicos. Assim, existem normas que estabelecem níveis máximos para determinados compostos, outras que proibem a utilização de alguns, outras ainda que impõem períodos de espera após a aplicação do produto, tudo isto consoante os estudos realizados por essas entidades.

Ao contrário do que se pode pensar, os perigos químicos podem não ser adicionados pelo homem e ser um componente natural do alimento. Os alergénios são exemplo disso.

Existe uma percentagem considerável da população, essencialmente crianças, que sofre algum tipo de alergia alimentar, tendo esse número vindo a aumentar (Roberts, 2011). Uma alergia ocorre quando uma substância química, geralmente uma proteína, presente no alimento, desencadeia uma reação do sistema imunitário contra esse químico (Roberts, 2001). Quando um alimento com alguma dessas proteínas é ingerido, o organismo produz imunoglobulinas E específicas para a proteína com o intuito de a combater (Roberts, 2001). Um novo contacto com essas proteínas alergénicas proporciona uma rápida ação contra estas, o que provoca problemas graves como dificuldade respiratória, diarreia, inchaço, entre outros (Roberts, 2001; Hengel, 2011).

Os perigos biológicos (bactérias, fungos, vírus, protozoários e parasitas) são comumente vistos como os mais preocupantes, devido ao maior número de casos, de doença ou

morte, divulgados, e também pelos seus efeitos se manifestarem rapidamente (Roberts, 2001). Geralmente, estes perigos são microscópicos e não causam alterações visíveis nos alimentos, a curto prazo. Encontram-se distribuídos pelo ambiente, pelo que facilmente podem contaminar animais e água, que, posteriormente, são usados para alimentação (Roberts, 2001). Este tipo de perigos é o responsável por intoxicações e infeções alimentares, maioritariamente causadas por bactérias, das quais se destacam as *Bacillus cereus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella*, *Escherichia coli*, *Clostridium botulinum*, *Campylobacter jejuni*, (Roberts, 2001).

Os sintomas são diversificados mas, geralmente, ocorrem diarreias, vômitos e dores abdominais (Roberts, 2001). Por vezes, algumas bactérias, em quantidades baixas, podem levar à morte, como é o caso do *Clostridium botulinum*.

O tratamento térmico é eficaz para muitos destes microrganismos, mas parte deles são muito resistentes e/ou apresentam formas de resistência (os esporos) (Roberts, 2001).

Os perigos físicos são objetos/materiais estranhos presentes nos alimentos, que foram introduzidos inadvertidamente, e que podem causar lesões a quem os consuma (UNL-IANR, 2005). Esses materiais podem levar à asfixia, corte e perfuração. Os mais comumente relatados são fragmentos de metal, de madeira, de plástico e de vidro (APF, sem data), maioritariamente provenientes da linha de produção. Mas existe também a probabilidade de se encontrar insetos, joias, restos animais, fezes de animais, restos da matéria-prima como folhas, caroços, ossos, terra, pedras, isto é, contaminantes provenientes da produção primária.

Para alguns destes materiais, a FDA estabeleceu limites máximos aceitáveis, tendo em conta a dificuldade de remoção total dos mesmos e a que a sua ingestão não põe em causa a saúde pública (Roberts, 2001).

Os perigos físicos normalmente são detetados pelo consumidor final, na fase anterior ao seu consumo, minimizando, assim, o risco (Veiga *et al.*, 2009). Todavia, uma empresa do setor alimentar pode perder muito com uma contaminação física repetida.

1.2 Perigos físicos

Diversos materiais estranhos podem de alguma forma chegar aos géneros alimentícios, tornando-se um potencial perigo físico de segurança alimentar. Podem provir das matérias-primas, de instalações e equipamentos mal conservados, de processos de produção inadequados e práticas mal empregues (UNL-INRA, 2005). A maior parte das vezes são materiais que provêm do alimento ou da linha de produção (Edwards, 2004).

O tipo, a forma, o tamanho e a fonte são variadíssimos, o que dificulta a deteção por completo destes. Os perigos físicos, quando detetados, são usualmente de fácil associação ao produto em questão. Isto dá ao consumidor facilidade de reclamar e de facto o maior número de reclamações que chegam às indústrias e às autoridades responsáveis devem-se a materiais estranhos que são encontrados pelos consumidores. Os referidos com maior frequência são fragmentos de vidro, plástico e metal (Edwards *et al.*, 2007; Olsen, 2007). A análise das reclamações pode ajudar a perceber quais são as maiores fontes de contaminação e de onde provêm, com o intuito de diminuir essas ocorrências.

Habitualmente os consumidores retornam o produto ao retalhista, mas cada vez mais recorrem a autoridades e aos meios de comunicação social, o que pode acarretar graves consequências para as empresas a nível da imagem pública (Edwards *et al.*, 2007).

Um objeto ingerido pode causar lacerações e perfurações no trato digestivo ou obstrução do trato respiratório, embora isto suceda maioritariamente em crianças e por objetos estranhos não inseridos na comida mas sim pelos próprios alimentos ou outros objetos que são colocados na boca advertidamente (Goldman, 2002). Na boca e dentes pode surgir sensibilidade, cortes e/ou feridas, dentes partidos ou lascados e estragos da prótese (Goldman, 2002). Outros efeitos como feridas nas mãos, dores de cabeça, vômitos, diarreia e dores no peito também referenciados (Goldman, 2002). Goldman (2002), o diretor do departamento de Ciências da Saúde Humana da FSIS, afirma que um estudo da FDA revela que a maioria dos acontecimentos deste tipo causa lacerações na boca e na garganta.

De acordo com Edwards *et al.* (2007), em 2347 casos de contaminação física estudados pela Campden and Chorleywood Food Research Association (CCFRA), apenas 9 causaram lesões e todas elas causadas por vidro, Goldman (2002) confirma que este é o contaminante que causa mais incidentes. O mesmo autor explica que a maioria (80 a 90%) dos corpos estranhos ingeridos são eliminados naturalmente nos 4 a 7 dias seguintes, e dos demais apenas 1 a 5% desses causam lesões.

As contaminações ocorrem durante todo o processamento; a linha de produção, a distribuição ou até mesmo o local de preparação dos alimentos são alvos de situações em que a contaminação pode surgir (Edwards, 2004). As indústrias não são responsáveis pela contaminação que ocorre no local de preparação, contudo, nas outras duas fases devem atender aos Códigos de Boas Práticas de Fabrico e Higiene (BPFH) e ao HACCP de modo a minimizá-las. Ainda assim, estes são falíveis (Alaña *et al.*, 1996; Edwards, 2004). É dever do produtor gerir esses sistemas de segurança e qualidade alimentar de modo a prevenir qualquer prejuízo quer para o consumidor quer para a empresa.

Na tabela 1.1 são citados casos de reclamações por parte de consumidores e de deteções pela fábrica de produção relacionados com perigos físicos em diversos tipos de alimentos.

Os perigos físicos são geralmente rígidos e podem dividir-se em objetos metálicos ou objetos não metálicos, por sua vez, os metálicos podem subdividir-se em ferrosos ou não ferrosos (Olsen, 2007). Devido a esta rigidez há que ter em conta que podem causar danos não só no produto mas também nos instrumentos de trabalho.

Como o nome indica, os materiais metálicos ferrosos contêm ferro na sua constituição, enquanto os não ferrosos estão isentos deste metal. Do primeiro grupo fazem parte arames, ganchos e peças constituídas por aço e o aço inoxidável (Engineershandbook a, sem data; Olsen, 2007). Dentro dos metais não ferrosos encontram-se o alumínio, o magnésio, o chumbo, o cobre, o estanho, o zinco, o níquel, metais refratários e os metais preciosos (Lancaster, 1980; Engineershandbook b, sem data) pelo que objetos como moedas, determinados arames e joalharia são objetos não ferrosos. As notificações de objetos estranhos listadas pelo RASFF, no ano 2012, indicam uma incidência de 13% de produtos contaminados por metal (RASFF, sem

data) enquanto o estudo elaborado pela CCFRA, durante 32 meses, apresenta uma contaminação de 7,2% dos produtos (Edwards *et al.*, 2007).

Entre os objetos não metálicos encontram-se lascas de madeira, unhas, plásticos diversos, bijuteria, vidro, ossos, espinhas, insetos, cascas, pelos, borracha, tecidos e pedras (Olsen, 2007). O mesmo estudo da CCFRA aponta para o vidro e o plástico como sendo os materiais estranhos de maior incidência, com 46% e 11% respectivamente (Edwards *et al.*, 2007). No entanto, o sistema RASFF mostra que as notificações têm-se direcionado essencialmente para insetos ou larvas destes, sendo que no ano passado foram reportados 90 casos (60%). Em seguida, encontra-se o vidro, em 10% das situações (RASFF, sem data).

Esta multiplicidade de perigos físicos possíveis obriga a um controlo efetivo por parte da indústria, para evitar reivindicações por parte dos clientes. Deste modo, as indústrias recorrem a limites críticos, isto é, limites que indiquem quais as características que um produto seguro apresenta, de acordo com o risco e os custos implicados no controlo (Edwards, 2004). Esses limites são estabelecidos recorrendo a legislação, a documentos regulatórios, ou por experimentação (Edwards, 2004) e devem ser passíveis de ser monitorizados por medição ou observação (Doménech, 2008).

Tabela.1.1 Casos de presença de perigos físicos em diversos alimentos.

Alimento	Perigo físico	Danos	Fonte
Pizas	Pedaços metálicos	Sem ocorrências, detetado na fábrica	Cochran, 2013b
Sopa de milho c/ caldo de peixe	Pedaços de caneta	Sem ocorrências conhecidas	Gaffney, 2012
Bolacha	Pedaços metálico	Dente danificado	Folha de São Paulo, 2012
Tomate	Parafuso	Dente danificado, ferimentos estomatológicos	McCarthy, 2012
Torrão de caramelo	Clipe	Dente danificado	Medeiros <i>et al.</i> , 2011
Queijo	Tecido	Sem danos	Assessoria de Comunicação Institucional - TJMG, 2011
Tamales	Pedaços metálicos	Sem ocorrências, lote retirado do mercado	Califa, 2007
Pão	Pedaço de ferro	Dente danificado	TJRJ, 2006

1.2.1 Medidas de prevenção e métodos de deteção de perigos físicos

Melhor que detetar é prevenir a contaminação, por esse motivo é exigido a qualquer empresa alimentar a implementação do HACCP, o cumprimento de certas normas e a aplicação de Códigos de Boas Práticas, ou seja, os SGSA.

As empresas do ramo alimentar devem cumprir os requisitos referidos na tabela 1.2, para evitar ou minimizar as contaminações físicas e assim produzir produtos seguros (Comissão *Codex Alimentarius*, 2006). Naturalmente estes requisitos destinam-se a evitar qualquer tipo de contaminação, pelo que, têm objetivos amplos, para além dos referidos existem ainda outros, como a higienização das mãos antes e durante, quando necessário, a manipulação (Edwards, 2004) relacionada também com a contaminação microbiológica.

Tabela 1.2 Procedimentos para prevenir a ocorrência de perigos físicos. Adaptado de Comissão *Codex Alimentarius*, 2006.

<ul style="list-style-type: none"> • Fluxo de pessoas e materiais; • Manutenção, limpeza e desinfeção adequada dos equipamentos, dos materiais e das superfícies; • Materiais, em particular os que entram em contacto com os alimentos, devem ser lisos, fáceis de lavar e de manter; • Proteção efetiva contra pragas e infestações; • Uniforme, calçado e touca adequado; • Não comer, fumar dentro das instalações; • Não usar objetos pessoais como joias, relógios, brincos ou outros na área de manipulação de alimentos. 	 <p>The image is a composite of four parts. Top left: A full-body white protective suit. Top right: A white slip-on shoe. Middle right: A blue circular sign with white hands being washed under a faucet, with text below: 'OBRIGATORIO LAVAR AS MÃOS ANTES DE COMEÇAR A TRABALHAR'. Bottom: A blue banner with white text 'USO OBRIGATORIO DE:' followed by three circular icons. The first icon shows a boot with text 'BOTAS DE PROTECCÃO'. The second icon shows a full-body suit with text 'VESTUÁRIO DE PROTECCÃO'. The third icon shows a hairnet with text 'TOUCA DE PROTECCÃO'.</p>
---	--

Porém as contaminações físicas acontecem, então, para evitar todos os prejuízos causados por descontentamento ou por denúncia, as indústrias recorrem a métodos de deteção dos perigos físicos. Grande parte dos perigos físicos é controlada pela simples observação, contudo, ao longo do tempo têm surgido métodos mais sofisticados e de maior abrangência. Esses métodos devem ser sensíveis e não destrutivos.

Os perigos físicos podem ser atenuados na linha de produção por separação mecânica ou detetados e posteriormente separados (Graves *et al.*, 1998; Edward, 2004).

Nas técnicas baseadas em mecanismos de separação mecânica o género alimentício é separado do corpo estranho devido à diferença de tamanho ou peso, essencialmente em produtos pulverizados ou líquidos (Graves *et al.*, 1998). São exemplos destas técnicas a crivagem ou peneiração, sendo estas primordiais.

Os sistemas de deteção e remoção recorrem a métodos que permitam identificar um corpo estranho a partir de determinada característica, dentro deste grupo estão os métodos óticos, os eletromagnéticos e os de imagem (Edward, 2004).

Os métodos óticos baseiam-se nas diferenças de forma e na análise de cor, mais sofisticadas que os anteriores apresentam-se como outra opção de deteção (Graves *et al.*, 1998). As

diferenças eletromagnéticas dos distintos materiais permitem identificar corpos estranhos embutidos nos alimentos por meio da interação de determinado corpo estranho com um campo eletromagnético que atravessa o alimento (Graves *et al.*, 1998). As principais técnicas deste tipo são os detectores de metais e os sistemas raio-X (Graves *et al.*, 1998), e algumas delas levam à formação de uma imagem detectando variados materiais.

Outras técnicas são as micro-ondas, a radiação infravermelha e ultravioleta, a fluorescência, a ressonância nuclear magnética, a ressonância magnética de imagem e os ultrassons (Edward, 2004, Graves *et al.*, 1998).

Mesmo com a variedade de métodos de detecção, determinados contaminantes, como plástico e restos biológicos, são ainda difíceis de detectar pelos métodos existentes atualmente (Edwards, 2004). Devido ao grande problema que é a presença de corpos estranhos na indústria alimentar, têm sido exploradas várias técnicas para satisfazer os comerciantes (Graves *et al.*, 1998). No entanto, devido ao âmbito do trabalho, abordarei com maior enfoque os detectores de metais, em seguida.

Atualmente existe uma grande gama de métodos de detecção de metais, são usados métodos de ultrassons, raio-X e detectores de metais que podem usar diferentes teorias de detecção. Contudo o mais usual é o detector de metais em sistema bobinas equilibradas (Edwards, 2004).

Em 1948, duas empresas inglesas, começaram a trabalhar em detectores de metais para a indústria alimentar, baseando-se na radiofrequência (Edwards, 2004). Todos os metais apresentam características de condutividade elétrica ou magnética, ou ambas, deste modo é possível que estes emitam um sinal quando submetidos a um campo eletromagnético (ADS, sem data). A partir destas características, a detecção de metais baseia-se na transmissão e recepção de impulsos elétricos ou ondas de radiofrequência (ADS, sem data; Edwards, 2004).

A maioria dos autores apresentam dois tipos de teorias de detecção, os sistemas de “bobinas equilibradas” e o sistema “ferrosos em alumínio”, mas Edwards (2004) cita ainda a “tecnologia de pulsos”.

Como já referido o sistema de bobinas equilibradas é o mais usado, certamente por ser o sistema com maior número de aplicações. Este é bastante sensível e pode ser usado em qualquer tipo de alimento, porém não tem a capacidade de detectar metais em embalagens de alumínio, sendo apenas possível com recurso ao sistema “ferrosos em alumínio” (Graves *et al.*, 1998).

Contudo este último é menos sensível, só é capaz de detectar metais ferrosos e só pode ser usado em alimentos embalados em folha de alumínio (Edwards, 2004; Graves *et al.*, 1998). A tecnologia de pulsos é limitada à detecção de grandes fragmentos metálicos (Edwards, 2004).

O sistema bobinas equilibradas conta com três bobinas incluídas na cabeça, duas receptoras colocadas em paralelo e uma transmissora entre estas (ADS, sem data; Edwards, 2004), como se pode visualizar na figura 1.1.

A bobina transmissora é responsável por emitir um sinal de radiofrequência e gerar o campo eletromagnético (ADS, sem data). As bobinas receptoras são enroladas em direções e

polaridade opostas, de modo que os sinais recebidos, provenientes da bobina transmissora, se anulem, assim estão equilibradas (ADS, sem data; Graves *et al.*, 1998; Edwards, 2004).

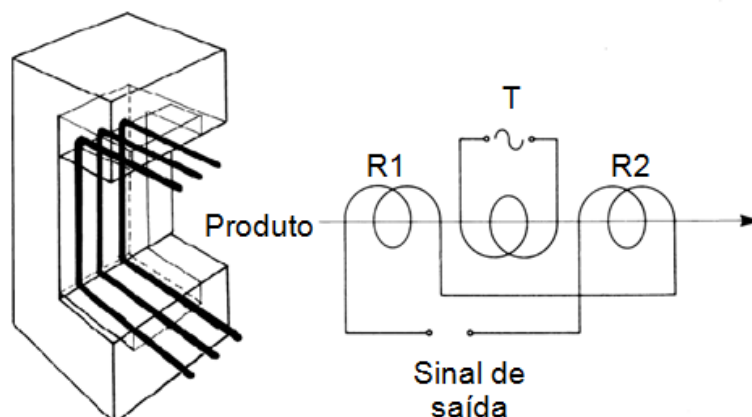


Figura 1.1 Esquemática do sistema de bobinas equilibradas. Adaptado de Lock, 1996. T- Bobina transmissora. R1 e R2 – Bobinas receptoras.

Quando um produto contaminado por metal passa pelo detetor é gerada uma perturbação que destabiliza o equilíbrio entre as bobinas. Os metais magnéticos fazem a voltagem aumentar, enquanto os metais não magnéticos fazem-na diminuir (Edwards, 2004), o que leva a essa dita perturbação e consequente sinal. O sinal é amplificado e analisado, caso este seja superior ao limiar de sensibilidade o produto é rejeitado (ADS, sem data). Na figura 1.2 é possível visualizar os efeitos causados pela presença de um metal no campo eletromagnético de um detetor de metais em sistemas de bobinas equilibradas.

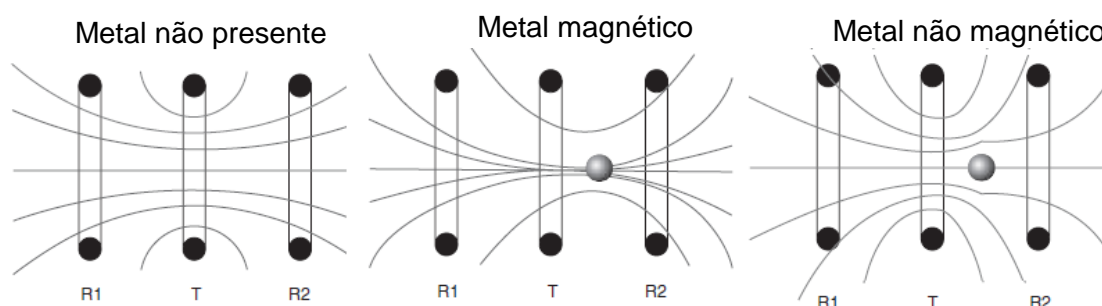


Figura 1.2 Efeito no campo eletromagnético quando a passagem de um metal num sistema de bobinas equilibradas. Adaptado de Edward, 2004.

A dimensão que é capaz de ser detetada depende principalmente do tipo de metal e do tipo de produto alimentar a ser inspecionado (Graves *et al.*, 1998), devido às suas diferentes proporções de condutividade e magnetismo (Edwards 2004).

São vários os fatores que podem interferir na sensibilidade do detetor levando a resultados errôneos, isto é, a falsos positivos ou a falsos negativos. Estes fatores são muitas vezes difíceis de ultrapassar já que são inerentes à indústria. A composição e características dos produtos, o tipo, a forma e a orientação dos metais contaminantes, o detetor em si e ainda o ambiente externo que o rodeia são esses fatores.

A humidade e os constituintes dos produtos são um dos fatores que interfere na detecção de metais. Os produtos húmidos, com sal e de alto conteúdo em sal apresentam gran-

de condutividade elétrica, enquanto os produtos enriquecidos em ferro, ou o cacau que contém cobre apresentam um grande sinal magnético, ambas as características dificultam a detecção de metais (ADS, sem data; Food Safety Program, for processors and distributors, sem data). Ou seja, os produtos têm inerente a si propriedades magnéticas ou condutivas, e por isso quando passam pelo detetor também geram um sinal.

Este efeito, o efeito do produto, é possível ultrapassar recorrendo a três métodos, a diminuição da sensibilidade, a redução da frequência e a compensação do produto (Lock, 1996). As duas primeiras técnicas não são muito eficazes, ambas diminuem o sinal do produto mas reduzem também o sinal dos metais (Lock, 1996). A compensação do produto é empregue usualmente.

Quando um objeto passa pelo detetor são emitidos sinais que variam em amplitude, dependendo do tamanho, e em fase, dependendo do tipo de objeto (Lock, 1996). A compensação do produto consiste em utilizar circuitos eletrónicos especiais para amplificar e filtrar os sinais de acordo com a fase (Lock, 1996, ADS, sem data). O sinal emitido pelo produto é amplificado e filtrado, daí define-se um intervalo exatável referente ao produto. Ajusta-se eletronicamente o detetor para que esse intervalo seja ignorado, e o detetor baseia-se nos sinais fora deste intervalo (Lock, 1996, ADS, sem data). Este intervalo tem de ser o suficientemente grande de forma a abranger diversos produtos do mesmo tipo, já que cada exemplar do mesmo tipo de produto não produz exatamente o mesmo sinal. Contudo esta abrangência do intervalo pode levar a falsos negativos.

Geralmente, numa indústria, não existe só um tipo de produto, pelo que seria inaceitável cada vez que se mudasse de produto executar uma nova calibração, consequentemente os detetores têm a capacidade de guardar informação acerca de diversos produtos.

A sensibilidade de detecção é igualmente afetada pelos tipos de metais, pois cada metal apresenta as características mencionadas no ponto anterior (condutividade elétrica e magnetismo) (Edward, 2004). Geralmente são considerados três grupos de metal em relação aos detetores: os metais ferrosos, os não ferrosos e o aço inoxidável (magnéticos e não magnéticos).

Os metais ferrosos, ou seja, que contêm ferro na sua constituição, são magnéticos e apresentam boa condutividade elétrica (Bowser, sem data). Estas propriedades fazem com que ao passar por um detetor, o sinal resultante da bobina transmissora aumente, conduzindo ao desequilíbrio (Edwards, 2004). Esse desequilíbrio é denominado efeito reativo (Edwards, 2004). Já os metais não ferrosos (o cobre, o alumínio, o bronze) provocam o efeito inverso (Edwards, 2004), pois apresentam boa ou excelente condutividade elétrica mas não são magnéticos. Nos metais não ferrosos, dá-se uma perda de energia que reduz o sinal recebido nas bobinas receptoras, provocando o desequilíbrio. Esta perda é proporcional quer à frequência da corrente oscilante aplicada à bobina transmissora, quer à área do objeto metálico, ou seja quanto maior o objeto e maior a frequência utilizada, maior será a perda de energia, facilitando moderadamente a detecção dos metais (Edwards, 2004). É devido à perda de corrente ser proporcional à frequência que os metais não ferrosos são mais fáceis de detetar a frequências mais elevadas (Edwards, 2004).

Apesar de, a frequências altas, os metais não ferrosos serem capazes de diminuir o sinal consideravelmente, essa diminuição é muito baixa relativamente ao aumento do sinal pelos metais ferrosos. Estes podem causar aumentos, possivelmente, de 20-30 vezes, para os metais que estão a um ângulo de 90 ° em relação à bobina transmissora (Edwards, 2004). Assim é natural que o efeito reativo causado pelos metais não ferrosos seja significativamente menor do que o causado pelos metais ferrosos, tornando este último muito mais fácil de detetar (Edwards, 2004). Além disso, a maioria dos produtos alimentares têm efeito condutor e portanto já diminuem o sinal inicial pelo que podem mascarar o contaminante (Edwards, 2004). Nesses casos são usadas baixas frequências, e portanto a sensibilidade para os metais não ferrosos diminui (Ogston-Gray, 2010).

O aço inoxidável, devido à sua baixa permeabilidade magnética e pobre condutividade (Bowser, sem data), é tido em conta como um terceiro grupo, pois a facilidade de deteção é muito inferior aos outros materiais ferrosos. O aço inoxidável passou a ser utilizado na indústria alimentar essencialmente devido à sua resistência à corrosão, além de que é de fácil lavagem e desinfeção, não afeta as propriedades organoléticas dos géneros alimentícios nem sofre grande migração dos componentes (Council of Europe's Policy Statements, 2001). Este é provavelmente o metal mais suscetível de surgir nos alimentos, já que a maioria dos objetos metálicos da indústria alimentar são elaborados com aço inoxidável.

Os aços inoxidáveis dividem-se em quatro grupos de acordo com a sua estrutura metalúrgica: o ferrítico, o martensítico, o austenítico e o austenítico-ferrítico, também conhecido como Duplex (Council of Europe's Policy Statements, 2001). Os aços inoxidáveis mais usados na indústria alimentar são o AISI 304 e o AISI 316, ambos do grupo austenítico (Loma Systems, sem data). Estes aços, devido à presença relativamente elevada de níquel, são considerados não magnéticos (BSSA, sem data), o que torna a sua deteção difícil e isto será um problema para as indústrias alimentares.

Deste modo pode afirmar-se que os metais mais facilmente detetados são os ferrosos, em seguida os não ferrosos e por último os aços inoxidáveis, numa proporção de 1:1:5 para boas sensibilidades (Lock, 1996).

Geralmente os detetores de metais são calibrados com esferas metálicas porque estas não são suscetíveis ao efeito de orientação, pois quando uma esfera é exposta ao detetor, o que afeta a sensibilidade é apenas o diâmetro da esfera (Lock, 1996). No entanto os contaminantes podem ser de outras formas, e nesses casos o limite de deteção, em comprimento, pode não ser o mesmo que o diâmetro da esfera de calibração.

Lock (1996) afirma que um detetor com sensibilidade para detetar uma esfera, de material ferroso, de 1,5 mm de diâmetro, apenas, deteta aço inoxidável austenítico a partir 1,6 mm de diâmetro e 8,0 mm de comprimento.

No caso dos contaminantes compridos a orientação do metal em relação às bobinas, no momento em que passa no detetor, também influencia a sensibilidade (ADS, sem data). A figura 1.3 representa as orientações possíveis que um arame pode adquirir. Um contaminante ferroso é melhor detetado na posição a A, ou seja quando está perpendicular em relação às bobinas, já para um arame não ferroso a sensibilidade aumenta nas posições B e C, quando se encontram em ângulos inferiores a 45° em relação às bobinas (ADS, sem data).

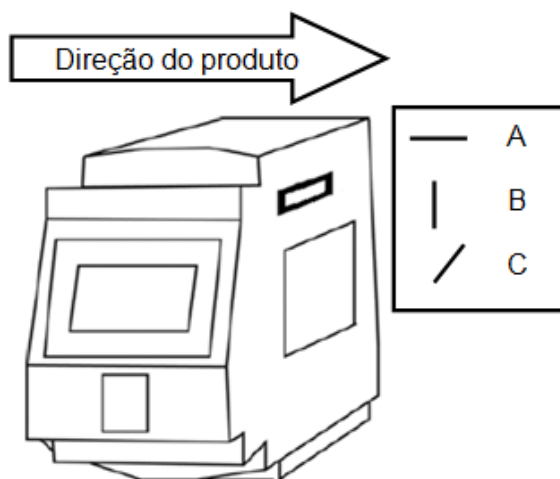


Figura 1.3 Ilustração das diferentes orientações que um metal pode adquirir. Adaptado de ADS.

Além da posição do contaminante dentro do produto, também a zona onde ele passa pela cabeça do detetor pode diferenciar a sensibilidade, já que no centro geométrico a sensibilidade é menor, e vai aumentando conforme se aproxima das extremidades laterais (ADS, sem data; Lock, 1996). Este é mais um dos fatores que não pode ser controlado, mas que de facto pode alterar a capacidade de detecção, por isso a calibração do detetor deve ser realizada localizando os provetes na zona central do detetor (Lock, 1996).

A altura da cabeça do detetor é um dos principais fatores que afeta a sensibilidade (ADS, sem data). É na cabeça do detetor que é criado o campo magnético, mas esse campo vai além da abertura da cabeça criando uma zona “livre de metal” em cada extremo do detetor. Essa zona, que se estende cerca de 1,5 vezes a altura da abertura da cabeça do detetor, deve estar livre de qualquer tipo de metal, de modo a que não seja provocado o desequilíbrio (ADS, sem data). Quanto mais alta for a cabeça maior será a zona “livre de metal”.

Também a taxa de transferência e a velocidade da fita transportadora podem interferir na sensibilidade do detetor (FSIS, 2002). A taxa de transferência é o número de produtos que passam pela cabeça por tempo, uma exagerada taxa de transferência pode levar a erros. A taxa de transferência está limitada pela velocidade da fita. Logicamente, caso a fita transportadora esteja a grande velocidade torna mais difícil a detecção, ademais pode levar o sistema de rejeição a eliminar o produto errado, devido ao tempo de reação.

Além dos fatores intrínsecos aos produtos, aos contaminantes e ao detetor é também necessário contemplar o ambiente externo.

Tabela 1.3 Limites de detecção metálica em várias indústrias.

Indústria	Limite de detecção			Fonte	Observações
	Fe (mm)	Ñ Fe (mm)	SUS (mm)		
Amêndoas	1,0	1,5	-	Almond Board California, 2010	
Carne	≤0,80	≤0,80	≤0,80	FSIS, 1999	Consoante sensibilidade do detetor
Carne moída	≤0,80	≤0,80	≤0,80	FSIS, 1997	Consoante sensibilidade do detetor
Carne de prateleira (preparada)	≤ 7,0	≤ 7,0	≤7,0	FSIS, 2005a	Consoante sensibilidade do detetor
Carne	-	-	2,5	Sveum, 2002	
Carne	1,5-2,0	2,5	3,0	Burch, 2002	
Salsichas de porco	1,0	-	2,0	Abe, 2009	
Sensibilidade dos detetores de metais					
Detetor de metais	0,80	-	2,0	Embopack	Sensibilidade do detetor igual ao da fábrica
Detetor de metais	0,80	-	1,5	The Food Machinery Company LTD, sem data	Para uma abertura do detetor de 120 mm de altura
Produtos secos	1,5	1,5	-	ADS, sem data	Para uma abertura do detetor de 125 mm de altura
Produtos húmidos	2,0	2,5	-		
Produtos secos	1,0	1,2	1,5	Giles, 2008	Para uma abertura do detetor de 125 mm de altura
Produtos húmidos	2,0	2,5	3,5		
Produtos secos	1,5	2,0	2,5	Ogston-Gray, S., 2010, Tesco	Para um produto de altura de 100 a 150 mm
Produtos húmidos	2,5	3,5	4,5		
Produtos secos	1,5	1,5	-	Loma Systems, sem data	Para uma abertura do detetor de 125 mm de altura
Produtos húmidos	2,0	2,5	-		

Nas fábricas é possível que, com o passar do tempo, se deem alterações, é provável a adição de novos instrumentos, ou deslocação dos já existentes. Caso estas alterações ocorram na área do detetor de metais, pode afetar a sua sensibilidade. Os principais fatores com efeitos na sensibilidade do detetor são as vibrações, a aplicação de outros campos eletromagnéticos e

choques de temperatura (Lock, 1996). Para combater estes desvios existem técnicas eletrónicas, como o controlo automático do equilíbrio e o controlo de cristal de quartzo (Lock, 1996).

Várias indústrias alimentares utilizam detetores de metais, e a maioria das vezes usam como limite de deteção, isto é, limite crítico de controlo, o valor indicado pelos fornecedores. A tabela 1.3 reúne limites de deteção adotados por algumas indústrias, essencialmente de carne ou produtos semelhantes, limites sugeridos por entidades de segurança alimentar e limites indicados por fornecedores de detetores de metais. Muitos destes aconselham limites diferentes para produtos secos e produtos húmidos devido aos efeitos que estes últimos provocam na sensibilidade, como explicado anteriormente. É possível observar que os limites para metais ferrosos são geralmente inferiores aos limites para materiais não ferrosos e aços inoxidáveis, pelas mesmas razões.

1.3 Perigos físicos na indústria cárnica

Em Portugal a indústria cárnica deve respeitar o Regulamento (CE) n.º 853/2004 e o Código de Práticas de Higiene para a Carne CAC/RCP 58-2005 que a Direção Geral de Alimentação e Veterinária disponibiliza, estes auxiliam as indústrias deste setor a delinear um plano, de modo a prevenir qualquer perigo.

Considerando uma empresa que receciona e transforma carne, os perigos físicos representativos são os metais, os plásticos e os ossos (Veiga *et al.*, 2009), estes podem aparecer ao longo de toda a cadeia. Outros materiais como o vidro e a madeira também podem surgir (Alaña *et al.*, 1996).

Na exploração pode ocorrer contaminação por materiais clínicos (agulhas), objetos plásticos ou metálicos, como chumbos, troços de madeira e vidros devido à quebra de frascos ou outros objetos (Alaña *et al.*, 1996).

Durante o transporte das carnes pode ser transposto metal e plástico proveniente do camião, madeira das paletes e é passível a entrada de insetos no camião (Alaña *et al.*, 1996). Nesta fase as medidas a adotar, para minimizar o risco, são controlar a higienização dos meios de transporte e verificar o bom estado dos acondicionadores (caixas, paletes, ganchos e outros) (Alaña *et al.*, 1996), estas medidas devem ser continuadas. Se as verificações forem realizadas continuamente o risco de contaminação é baixo (FSIS, 2005b).

Na receção da carne os perigos físicos são os que advêm das fases anteriores, por isso deve ser realizada uma inspeção da carne (Burch, 2002). Além disso, a empresa pode exigir certificação dos fornecedores (Burch, 2002).

O abate, a desmancha e o corte são suscetíveis, principalmente, à contaminação por metais e plástico (Alaña *et al.*, 1996). O metal pode provir dos instrumentos de corte, dos inúmeros equipamentos, parafusos, porcas, dos adornos pertencentes aos operadores (a aliança de ouro), de objetos como agrafos, esferográficas e clips, e outros (Alaña *et al.*, 1996). Relativamente ao plástico as fontes de contaminação são as bancadas, etiquetadores, caixas, luvas, curativos, embalagens e objetos de plástico (Alaña *et al.*, 1996; Burch, 2002). Para estes dois tipos de materiais a melhor prevenção é a monitorização dos equipamentos e de todos os materiais que entram em contacto com a carne para ver se existe desgaste, rutura ou algo que

aumente o risco de contaminação (FSIS, 2005b). Um exemplo importante é a aplainação das bancadas para evitar que lascas de plástico adiram à carne, outro exemplo é observar as facas no início e fim, ou até durante, de cada produção de modo a verificar se estas não estão partidas (Alaña *et al.*, 1996). Também os curativos e luvas devem ser de cores vivas para facilitar a sua deteção.

Nestas etapas a contaminação por vidro é pouco provável, será apenas proveniente do sistema de iluminação ou janelas, então é necessário verificar, com frequência, se todas as lâmpadas e janelas estão em condições adequadas. Os ossos podem ser considerados um perigo, essencialmente nos preparados de carne. Contudo, as empresas devem contar com manipuladores experientes e bom material de corte para que o corte seja efetuado de maneira precisa de forma a evitar esquirolas ósseas. As cortadoras automáticas são o maior problema em termos das esquirolas ósseas. As partículas de osso de dimensões inferiores a 10 mm não são consideradas um perigo (Burson, 2003), à partida os restos de osso são inferiores a essa dimensão, quer em carne desmanchada manualmente quer por equipamentos de corte. Atualmente a presença de madeira nestas etapas é muito reduzida, com tendência a ser nula (Alaña *et al.*, 1996).

Após estas etapas, geralmente, segue o embalamento, e se este for apropriado a carne não estará em contato com agentes externos, pelo que a contaminação é improvável. Então, é necessário depois de esta fase manter a integridade da embalagem (FSIS, 2005b). Contudo, em casos de mau acondicionamento pode ocorrer contaminação por qualquer um dos materiais referidos. Por exemplo, caso seja colocado um objeto pontiagudo junto das embalagens, este pode perfurá-las e contaminar a carne.

Quando há a suspeita que um produto pode estar contaminado a empresa deve examiná-lo e descontaminar se possível ou separá-lo (Diretiva FSIS 7310.5, 2003). A maioria dos perigos físicos ocorrem e são detetados na sala de desmancha, e geralmente, quando não são detetados neste mesmo local chegam ao consumidor (Alaña *et al.*, 1996). Por isso as matérias-primas e os produtos no final das etapas devem ser inspecionadas/os a nível visual e/ou a nível tecnológico, para o qual existem os sistemas já referidos (detetor de metais, raio-X e outros) que fornecem indicação em relação à presença de algum perigo de forma simples e rápida.

1.3.1 Casos de perigos físicos em carnes

A carne propriamente dita é um alimento que exige preparação por parte dos consumidores o que facilita a deteção de contaminantes físicos, por outro lado, os derivados de carne (salsichas, hambúrgueres, carne picada, folhados de carne) são apenas cozinhados, o que por sua vez, não facilita a visualização de materiais estranhos contidos no interior da carne antes do consumo. Então, é de esperar que este grupo de alimentos suscite mais casos de lesões e, portanto, mais reclamações. Em seguida, são analisadas descrições de contaminações físicas de carne e os seus derivados.

Edwards *et al.* (2007) indica que houve 309 casos reportados à CCFRA, em 32 meses, de contaminação física da carne, o que se refere a 13% em relação aos outros grupos alimentares. Tal como na maioria dos outros alimentos, também a carne e os seus derivados apre-

sentam uma maior percentagem de contaminação por vidro, seguindo-se o plástico, os fragmentos de origem animal, o metal e outros por ordem decrescente (Edwards *et al.*, 2007).

No ano 2012, o sistema RASFF expôs 8 notificações de perigos físicos detetados em carnes, resumidos na tabela 1.4, três deles relativos a fragmentos de metal, dois a fragmentos de osso, dois a fragmentos de vidro e um outro com fragmentos de osso, de metal e ainda corpos estranhos de plástico (RASFF, sem data), até à data 31 de Maio do ano presente foram notificados 4 casos, também identificados na tabela 1.4 (RASFF, sem data).

Tabela 1.4 Casos da presença de perigos físicos na carne e produtos derivados. Sem ocorrências conhecidas: não foram reportadas lesões pelo que se julga não terem ocorrido. Não conhecidos: a fonte não referencia os danos.

Alimento	Perigo físico	Danos	Fonte
Linguiça	Osso	Dentes danificados	TJRJ, 2013
Refeição pronta	Cacos de vidro	Danos estomatológicos	Secretaria Comunicação Social - TJMGS, 2013
Peitos de frango fritos	Fragmentos metálicos	Sem ocorrências conhecidas	Tarr, 2013 a
Carne de Porco	Fragmentos plásticos	Sem ocorrências conhecidas	Tarr, 2013 b
Carne moída	Fragmentos plásticos	Sem ocorrências conhecidas	Cochran, 2013a
Salsichas de frango	Fragmentos plásticos	Sem ocorrências conhecidas	McFarland, 2013
Filetes de carne preparados	Fragmentos plásticos	Danos estomatológicos	McIntire, 2013
Enchiladas de frango	Fragmentos plásticos	Sem ocorrências conhecidas	Cochran, 2012
Salsichas	Fragmentos metálicos	Não conhecidos	RASFF, sem data
Salsichas	Fragmentos de vidro	Não conhecidos	RASFF, sem data
Salsichas	Peças de metal	Não conhecidos	RASFF, sem data
Torta de carne de coelho	Peças de metal	Não conhecidos	RASFF, sem data
Salame	Fragmentos de osso	Não conhecidos	RASFF, sem data
Salsichas	Vários materiais	Não conhecidos	RASFF, sem data
Salada de frango	Fragmento de vidro	Não conhecidos	RASFF, sem data

Continuação da Tabela 1.4 Casos da presença de perigos físicos na carne e produtos derivados. Sem ocorrências conhecidas: não foram reportadas lesões pelo que se julga não terem ocorrido. Não conhecidos: a fonte não referencia os danos.

Alimento	Perigo físico	Danos	Fonte
Paté	Fragmentos de osso	Não conhecidos	RASFF, sem data
Mortadela fatia-da	Metal de lâmina	Não conhecidos	RASFF, sem data
Salsichas	Corpo não identificado	Não conhecidos	RASFF, sem data
Salsichas	Penas	Não conhecidos	RASFF, sem data
Paté de frango	Fragmentos de vidro	Não conhecidos	RASFF, sem data

A partir destes dados considero que a carne não é alvo de grande percentagem de contaminações físicas, ou melhor, as indústrias de carne têm bons métodos de prevenção e deteção física, deste modo os casos reportados são poucos.

1.4 Objetivo

Dado a importância que os perigos físicos apresentam na indústria alimentar, a empresa Aviludo solicitou a revisão destes na dita empresa.

No âmbito desta solicitação surgiu o decorrente estudo académico que pretende analisar e descrever os perigos físicos numa sala de desmancha da indústria cárnica, focando-se maioritariamente na contaminação por objetos metálicos e a sua respetiva deteção a partir de um detetor de metais. Tem como objetivo prático investigar o nível de aceitabilidade dos perigos físicos e definir um limite crítico de controlo referente ao detetor de metais, recorrendo à revisão bibliográfica do fundamento teórico dos métodos de operação dos detetores de metais e a testes ao detetor.

Para além do objetivo prático pretendeu-se realizar as atividades habituais de segurança e qualidade alimentar praticadas na empresa.

2. Materiais e métodos

2.1 A empresa

A Aviludo é uma empresa do ramo alimentar, com quase 30 anos de experiência, especializada na indústria, comércio e distribuição. Neste momento conta com uma vasta gama de produtos alimentares secos, refrigerados, congelados e ultracongelados.

Em 1984 deu os primeiros passos no mercado, iniciando a comercialização exclusiva de produtos frescos, nomeadamente aves, estabelecendo a sua sede em Quarteira. Desde então procurou distinguir-se da concorrência pela diversificação e qualidade de produtos e serviços.

Com o passar do tempo a Aviludo sentiu a necessidade de alargar a sua cobertura geográfica e decidiu apostar na abertura de novas filiais, como investimento para a consolidação do negócio. Em 1992 abriu a sua primeira filial, em Beja.

Motivada pelo contínuo crescimento, em 1998 expandiu-se para Abrantes, proporcionando uma maior área de mercado e consolidando a empresa.

Em 2005, ampliando os seus objetivos, instalou mais uma filial no Patacão, onde pôs em funcionamento a primeira sala de desmancha para o tratamento e preparação de carnes frescas.

Em 2006, o desenvolvimento consolidado e os objetivos rigorosos, em termos de qualidade e excelência do serviço, levaram à implementação de um Sistema de Gestão da Qualidade e da Segurança Alimentar na ISO 9001:2008 e na ISO 22000:2005.

Dois anos mais tarde (2008), a necessidade de aumentar a capacidade produtiva e continuar a adquirir novos mercados, levou a Aviludo a criar a quinta filial, em Lisboa, também com uma sala de desmancha. A sala de desmancha da filial de Lisboa, esquematizada na figura 2.1, foi o local de estudo do presente estágio, pelo que adiante a descreverei com mais detalhe.

Atualmente, a empresa continua a apostar na diversificação de produtos, na otimização do Sistema de Gestão da Qualidade e Segurança Alimentar, na obtenção de soluções para a satisfação dos clientes e na expansão geográfica, não esquecendo a importância do trinómio qualidade-preço-excelência do serviço, que sempre foi o fator crítico de sucesso.

A Aviludo trabalha com produtos de distintos tipos, que têm exigências de conservação diferentes. Assim a fábrica encontra-se dividida em 3 pisos, o piso 0, 1 e 2 referentes a produtos congelados/ultracongelados, refrigerados e secos, respetivamente.

À entrada localiza-se um ponto de higienização constituído por um lava-mãos e um lava-botas, uma lavandaria e os vestiários para que os operários, gestores da qualidade ou visitantes possam recorrer a higienização correta antes de entrar propriamente na dita fábrica.

No piso 0 os produtos congelados/ultracongelados e secos são rececionados. Em seguida, os produtos congelados/ultracongelados são armazenados consoante a sua categoria até seguirem para a distribuição. Existe uma câmara de congelação destinada aos produtos não conformes congelados e ultracongelados, isto é, produtos que se encontram com proprie-

dades inaceitáveis, como a data de validade expirada, danificados, com rotulagem ilegível ou irregular, características organoléticas indesejáveis, que não cumpram a lei, ou outros fatores.

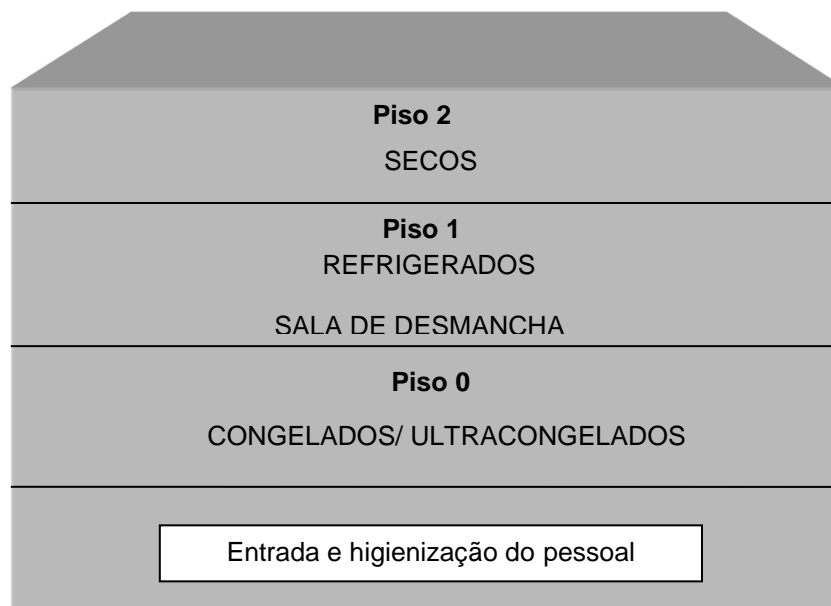


Figura 2.1 Esquema geral da empresa Aviludo - Filial de Lisboa.

Os produtos secos, por não necessitarem de temperaturas baixas, ascendem até ao piso 2, onde são armazenados.

Neste piso existe uma sala de produção de fatiados destinados à congelação onde estão 3 máquinas de corte: uma serra de corte, uma máquina de fatiados e outra de cubos. A serra de corte geralmente é usada para formar peças de carne mais pequenas, dando-lhes forma para serem introduzidos na cortadora de cubos.

Depois do corte são embalados de acordo com as especificações, pesadas e etiquetadas. A maioria dos produtos é armazenada em caixas de papelão, que os operadores forram com uma película de plástico e distribuem os pedaços de carne. Em seguida, a caixa é selada com fita-cola.

No piso 1 dá-se a receção, armazenamento e processamento dos produtos refrigerados. Neste piso está instalada a sala de desmancha, incluindo o detetor de metais. Quando refiro o termo desmancha quero dizer, o processo concreto de desmancha da peça, a desossa e consecutivo corte.

São rececionados os produtos cárnicos, outros produtos alimentares, os condimentos e a água a serem usados na produção de preparados.

A sala de desmancha e corte pode-se separar em duas zonas, a zona de desmancha propriamente dita e a zona de embalamento, pesagem e rotulagem.

A carne entra por uma porta, que dá acesso imediato à balança aérea e à balança fixa, de modo a ser contabilizado tudo o que entra na sala de desmancha. Existem bancadas de corte, cada uma destinada a uma espécie de carne. Nesse mesmo local, os operadores, com recurso a facas, dedicam-se à desmancha, desossa e corte. Por conseguinte, procedem à separação por tipo de carne pretendida e subprodutos.

Para facilitar o corte de carnes com osso esta sala conta com três máquinas de corte – uma fatiadora, uma serra de corte e uma serra de mesa. Como o nome indica, a fatiadora é usada quando se pretende cortar algumas peças grandes de carne em fatias semelhantes. Esta máquina tem a funcionalidade de cortar as fatias com o peso bastante aproximado, conforme o requisitado pelo operador. A serra de corte é utilizada em peças de grande dimensão. A serra de mesa serve para cortar peças com osso, como os pés e mãos de vaca.

Depois de a carne sofrer as etapas referidas anteriormente é embalada pelos operadores junto às bancadas. As embalagens vão desde sacos de vácuo a cuvetes. Para tal, existem três aparelhos, um para vácuo, um para bandejas e outro para cuvetes, e qualquer um deles sela a quente as embalagens.

Todos os produtos embalados em cuvetes passam pelo detetor de metais. Este é usado também para outros tipos de embalagens, mas não para todos os exemplares. Faz-se apenas o exame a alguns destes, até porque os outros tipos de embalagem destinam-se geralmente a grandes quantidades.

Depois de devidamente acondicionadas as embalagens são pesadas e rotuladas, conforme os requisitos dos clientes, indicando sempre o lote, data de embalamento, data de validade, peso líquido e conselhos de armazenagem. Por vezes contêm o preço e conselhos de confeção.

Associada à sala de desmancha existe uma sala de apoio às carnes que estão no processo de desmancha, embalamento e rotulagem. Serve também para armazenar a água, que é usada nos preparados.

Também acoplada à sala de desmancha existe uma sala de preparados, na qual se produzem a carne picada, os hambúrgueres e as salsichas. Fazem parte desta sala duas picadoras, uma automática e outra manual, uma enchedora de salsichas e duas formatadoras de hambúrgueres.

A carne picada e os hambúrgueres sofrem uma primeira picagem. Posteriormente é adicionada uma mistura contendo os condimentos, aditivos e a água nas quantidades que se pretendem. Em seguida, dá-se a segunda picagem. A carne picada passa diretamente para o embalamento e a carne destinada aos hambúrgueres é moldada, segundo a gramagem pretendida. Os hambúrgueres frescos são embalados enquanto os hambúrgueres para vender congelados passam diretamente ao túnel de congelação. Quando estão congelados são submetidos a um processo de higienização, saindo envolvidos numa película plástica, sendo depois armazenados em caixas de papelão. Depois, segue-se o processo de pesagem, rotulagem, armazenamento, expedição e distribuição.

As salsichas têm um processo semelhante ao anterior, mas sofrem apenas uma picagem. Após a picagem a carne é misturada com os condimentos e passa à enchedora. A tripa é recheada com a mistura de carne e, seguidamente, o operador separa as salsichas, consoante o pedido.

Na figura 2.2 são esquematizados todos os processos realizados no piso 1, para os diferentes produtos.

Todos os produtos submetidos à desmancha sofrem perdas, originando os subprodutos, que são armazenados numa câmara. Ainda nesta câmara são armazenados produtos não conformes ou que aguardam decisão.

Na sala de lavagem e desinfecção está colocado um banho de água a 82°C, para que, nos intervalos, os operadores coloquem as facas para descontaminação. Durante a noite, em que não se procede à desmancha, as facas e luvas de aço são lavadas e mantidas num esterilizador.

No piso 2 são armazenados os secos, que ascendem do piso 0, até ao momento de distribuição.

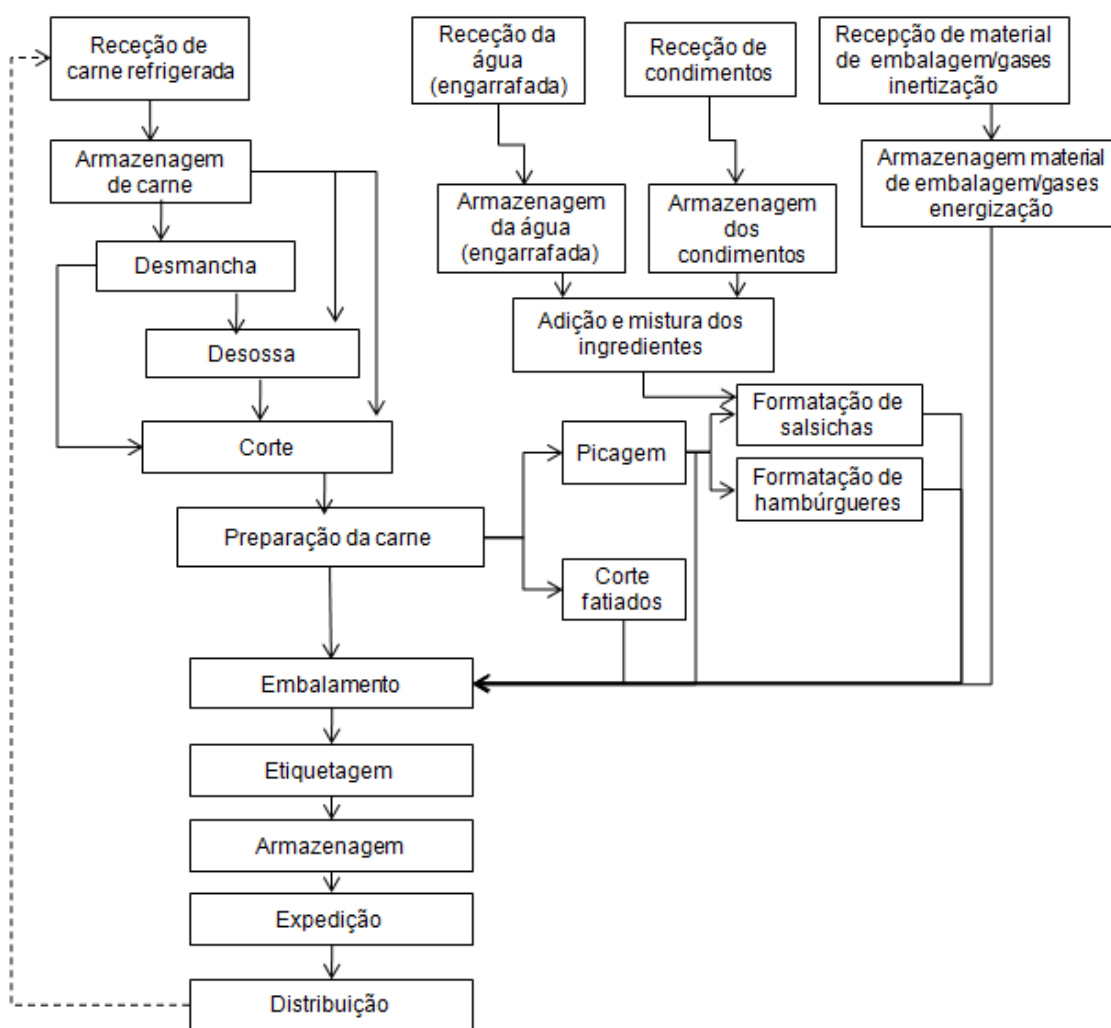


Figura 2.2 Esquemática da produção no piso 1.

2.2 O detetor de metais

A sala de desmancha conta com um detetor de metais AC-RCB-A-III da AOCHI, do género da figura 2.3, com fundamento teórico baseado no sistema de bobinas equilibradas. Um fornecedor deste detetor de metais indicou as propriedades referidas na tabela 2.1. Segundo as suas definições, o detetor seria adequado para rejeitar produtos contendo materiais ferrosos, com diâmetro superior a 0,8 mm, e materiais de aço inoxidável, com diâmetro superior a 2,0 mm. Esta sensibilidade seria válida a uma velocidade, do tapete transportador, entre os 10

e os 45 metros por minuto e para produtos de peso até 2,0 Kg. Nestas condições, produtos que criassem um sinal, que excedesse os limites de rejeição, ou seja, supostamente contaminados, provocariam o acionamento do sistema de rejeição, que envolve um alarme visual (ver imagem 2.3) e a interrupção do tapete transportador. Estes limites de rejeição são estabelecidos consoante os produtos a serem analisados.



Figura 2.3 Detetor de metais (Embopack, sem data).

Tabela 2.1 Propriedades do detetor de metais adquirido pela Aviludo.

Método de deteção:	Indução eletromagnética, bobinas equilibradas
Exatidão (teórica)	Materiais ferrosos: 0,8 mm Aço inoxidável: 2,0 mm
Capacidade de transmissão	2,0 Kg
Velocidade do tapete transportador	10 - 45 m/min

A Aviludo tinha definido 4 programas (tabela 2.2), neste detetor, adequados às características das diferentes gamas de produtos existentes na empresa em questão. Os limites de rejeição de cada um deles resultaram da compensação do produto. Neste caso fizeram-se passar os próprios produtos, 5 vezes, pelo detetor e foi indicado que limite de rejeição era adequado. Estes programas tinham um limite de rejeição que garantia que não se criam falsos positivos ou falsos negativos.

Tabela 2.2. Limites de deteção e sensibilidade de cada programa.

Programas	Limite de rejeição + Desvio	Sensibilidade
1 - Costeletas	600 + 60	45
2 - Hambúrgueres	2800 + 280	45
3 - Bifes	1000 + 100	35
4 - Salsichas	446 + 44	55

O programa 1 destinava-se a carne com osso, costeletas por exemplo; o programa 2, a carne picada e hambúrgueres; o programa 3, a carne sem osso, como bifanas e rojões; e o programa 4, a salsichas.

De acordo com as características dos produtos existiam diferentes limites de rejeição. Por exemplo, para as costeletas, o programa assumia que estas emitiam um sinal abaixo de 600, então, o desvio tolerado era de 60, até ao qual o produto não era rejeitado. Ou seja, um produto que, ao passar pelas bobinas, emitisse um sinal até 660, não acionava o sistema de rejeição do produto.

Outro parâmetro que varia de programa para programa é a sensibilidade, cujo valor indicado é inversamente proporcional à sensibilidade real. Neste caso, o programa de maior sensibilidade era o 3 e o de menor sensibilidade era o 4.

A empresa contava com 5 provetes para testar a sensibilidade do detetor, dois deles de material ferroso de 0,5 mm e 1,0 mm, e outros três de aço inoxidável AISI 316 de 0,5 mm, 1,0 mm e 3,0 mm. No entanto, apenas o provete de 1,0 mm ferroso era detetado e, por isso, usado diariamente para verificar o funcionamento do detetor.

2.3 Materiais contaminantes

Realizou-se uma avaliação de perigos físicos para entender quais os potenciais contaminantes nesta fábrica. O acompanhamento dos processos, dentro da fábrica, e a consulta bibliográfica permitiu dividir esses processos em etapas e, dentro destas, identificar os perigos físicos que eventualmente podem existir. Consequentemente procedeu-se a uma avaliação de risco em função da probabilidade de ocorrência e da severidade dos perigos, no sentido de determinar a significância dos mesmos. A matriz de risco representada na tabela 2.3 (Fonseca, 2011) foi a base da avaliação de perigo. A matriz conta com duas variáveis, a severidade e a probabilidade. Ambas são classificadas em três níveis; alta (3), média (2) e baixa (1). A severidade alta é caracterizada por efeitos graves que acarretam risco significativo para o consumidor. A severidade média pode trazer risco significativo para o consumidor e a severidade baixa não acarreta risco significativo para o consumidor. A probabilidade alta (3) refere-se a acontecimentos que ocorrem frequentemente. A probabilidade média (2) a acontecimentos que podem ocorrer, os quais não existem no histórico da empresa. A probabilidade baixa (1) é para acontecimentos que muito dificilmente sucederão e que nunca foram reportados no historial da empresa.

A multiplicação do valor atribuído à probabilidade pelo valor atribuído à severidade dá-nos o grau de significância. Os valores iguais ou superiores a 3 indicam que os perigos correspondentes são significativos (zona sombreada na tabela 2.3). Por exemplo, um perigo identificado com probabilidade média e severidade baixa é considerado não significativo, quando se usa esta matriz de risco.

Tabela 2.3 Matriz de risco. Esta foi a matriz usada na determinação da significância dos riscos. Adaptado de Fonseca, 2011.

Probabilidade			Severidade
A=3	M=2	B=1	
9 (S)	6 (S)	3 (S)	
6 (S)	4 (S)	2 (NS)	
3 (S)	2 (NS)	1 (NS)	

Averiguaram-se quais as etapas que pertencem ao Programa de Pré Requisitos (PPR) e quais pertencem ao Programa de Pré Requisitos Operacionais (PPRO). O PPR é definido pela NP EN ISO 22000 (2005) como as atividades e condições básicas que são necessárias para manter um ambiente higiénico ao longo da cadeia alimentar apropriado à produção, ao manuseamento e ao fornecimento de produtos acabados seguros e géneros alimentícios seguros para o consumo humano.

O PPRO é um PPR identificado pela análise de perigos como essencial para controlar a probabilidade de introdução de perigos para a segurança alimentar e/ou de contaminação ou proliferação dos perigos para a segurança alimentar no(s) produto(s) ou no ambiente de produção (NP EN ISO 22000, 2005).

Aplicando a árvore de decisão do *Codex Alimentarius*, em anexo, determinaram-se os pontos críticos de controlo (PCC) dos processos respondendo às perguntas da árvore de decisão. O PCC é uma etapa em que se aplica determinada medida com o objetivo de se prevenir, diminuir para um nível aceitável, ou eliminar um perigo (NP EN ISO 22000, 2005).

Para completar o processo de avaliação de perigos investigaram-se quais as medidas tomadas para evitar a contaminação por perigos físicos.

De qualquer forma os contaminantes mais preocupantes são os fragmentos provenientes das facas e das lâminas dos vários equipamentos de corte. Na empresa em questão já houve duas ocorrências de carne contaminada devido à quebra de lâminas. Esta quebra ocorreu devido ao encaixe incorreto da lâmina, por parte do operador, aquando da sua montagem, e desgaste do sem-fim, não fixando a lâmina adequadamente. Estas ocorrências foram detetadas de imediato.

Na tabela 2.4 enumeram-se os equipamentos de corte e que tipo de metal é usado na sua constituição. Todos eles são de aço inoxidável e, maioritariamente, do grupo austenítico (não magnético). As facas de desmancha são de aço inoxidável do grupo martensítico, umas do X50CrMoV15 ou X65CrMoV18, o denominado aço alemão, enquanto outras são de aço inoxidável de elevado teor em carbono (SICO, sem data).

Tabela 2.4 Equipamentos de corte existentes na Aviludo.

Equipamento	Material
Facas	Aço inoxidável X50CrMoV 15, alto teor em carbono
Cortadora de fatias	
Cortadora de cubos	
Cortadora de blocos	
Misturadora	Aço inoxidável, essencialmente AISI 316, 304.
Picadora	
Serra de desmancha	
Serra de mesa	

2.4 Fragmentos metálicos e testes ao detetor

A partir de uma faca inutilizada obtiveram-se fragmentos de diversas dimensões e formas (ver figura 2.4) dos quais se selecionaram oito, que, posteriormente, se fizeram passar pelo detetor.

Tendo em conta a grande variedade de fatores, que afetam a sensibilidade, apenas alguns deles foram estudados. Fizeram-se variar, a posição dos metais em relação à cabeça do detetor, o tamanho dos fragmentos, e o peso e características do produto (tabela 2.5).

Os fragmentos selecionados foram inseridos na carne, à temperatura de refrigeração, de forma que, ao passar pelo detetor, se dispusessem no centro ou numa das laterais da cabeça, como representado no esquema da tabela 2.5. Isto para verificar se existia uma diferença significativa de sensibilidade relativa à localização dos contaminantes. Essa carne “contaminada” seguiu o seu percurso normal e ao passar no detetor foi anotada a rejeição ou não rejeição e os valores do sinal que criava. Quando os valores eram, pelo menos, 30 % acima do limite de rejeição fazia-se passar a carne contaminada 3 vezes. Caso contrário fazia-se passar o mesmo produto 10 vezes.

Além dos oito fragmentos selecionados, ainda, se testou a presença de limalhas.

O mesmo processo referido foi praticado em cuvetes sem carne, de forma a averiguar se o produto influenciava muito na deteção.

O detetor tem uma capacidade de transmissão de 2,0 Kg, pelo que foram testados produtos com um peso próximo deste valor. Inicialmente, sem nenhum metal e, em caso de aceitabilidade do produto, eram testados com os fragmentos.






Figura 2.4 Fragmentos metálicos.

Os estudos sem carne e com o produto de aproximadamente 2,0 Kg foram todos efetuados com os fragmentos na zona central da cabeça do detetor.

A carne usada em cada programa foi sempre a mesma para os diferentes fragmentos, de modo aos testes serem o mais constante possível.

Tabela 2.5 Fatores e as respetivas variações estudadas.

Fatores analisados		Varição dos fatores
Peso do produto		≈ 0,20 Kg
		≈ 2,0 Kg
Caraterísticas do produto		Carne gorda
		Carne magra
Posição em relação à cabeça	Canto superior	
	Centro	
	Canto inferior	

Continuação da tabela 2.5 Fatores e as respectivas variações estudadas.			
Fatores analisados		Variação dos fatores	
Tamanho do fragmento		C (mm)	L (mm)
	A	23	3,0
	B	15; 10	3,0
	C	11	2,5
	D	15	3,0
	E	9,0	4,0
	F	7,0	4,0
	G	5,0	4,0
	H	4,0	3,0

Nos programas 1 e 3 inseriram-se os fragmentos em duas zonas da carne de suíno, uma magra e outra gorda, de modo a avaliar a influência da gordura. Para o programa 1 foram usadas costeletas e no programa 3 carne sem osso. No programa 3, a carne sem osso não contém praticamente gordura nenhuma, então adicionou-se um bocado de carne gorda extraída anteriormente. Para o programa 2 e 4 foram utilizados carne de hambúrguer bovina e a mistura de salsicha, respetivamente.

2.5 Análise dos questionários

Um fator importante no estabelecimento de um limite é a aceitabilidade que este tem por parte do consumidor. Deste modo, realizou-se um questionário apresentado na figura 2.5, com o qual questionaram-se 105 pessoas de ambos os sexos, de idade maior ou igual a 18 anos. O questionário refere-se à contaminação de uma porção de carne com os fragmentos metálicos A, F e H. A partir destes pretendia-se verificar se existem diferenças significativas na opinião nos diferentes escalões de idades, no sexo e no tamanho do metal contaminante. Para tal os questionários foram escalonados para as idades compreendidas entre os 18 e os 30 anos, os 31 e os 50, e maiores de 50.

Os resultados do questionário permitiram entender a opinião do consumidor em relação à aceitabilidade da presença de um objeto metálico na carne, e assim, estabelecer um limite crítico seguro e também aceite pelo consumidor.

Questionário

Este questionário tem como objetivo investigar se a presença do fragmento metálico apresentado, numa peça de carne, é considerada aceitável para a generalidade dos consumidores. Observe o respetivo fragmento metálico e reflita sobre que ações tomaria no caso de encontrar este na carne que iria consumir.

☐ Feminino ☐ Masculino Idade: ____

1. O que faria caso encontrasse em sua casa carne com o fragmento metálico que se apresenta?

- ☐ A-Nenhuma ação.
- ☐ B-Rejeitava o fragmento e consumia a carne.
- ☐ C-Rejeitava aquela porção de carne e consumia o resto.
- ☐ D-Rejeitava toda a carne.

2. Faria algum tipo de reclamação?

- ☐ A- Não.
- ☐ B-Sim, ao distribuidor.
- ☐ C-Sim, à autoridade de segurança alimentar e económica (ASAE).

Teria outra reação caso o mesmo ocorresse com o metal A e F? Caso sim indique-as.

Observações:

Figura 2.5 Questionário realizado aos consumidores.

2.6 Definição do limite crítico

O principal objetivo deste trabalho é definir o limite crítico para a deteção de metais, isto é, indicar uma dimensão de fragmentos de metal, que se encontre ao alcance do detetor de metais, que não deve ser ultrapassada, garantindo a segurança e aceitabilidade do consumidor. De modo a alcançar este objetivo recorreu-se a legislação, guias de Boas Práticas, folhetos informativos acerca dos detetores de metais, bibliografia indicativa de limites críticos do mesmo género aplicados à indústria cárnica e fóruns de qualidade alimentar.

Os testes realizados no detetor de metais e os questionários são também um grande contributo para a determinação deste limite crítico.

3. Resultados

3.1 Avaliação de perigo

Foram realizadas 4 avaliações de perigo, referentes aos tipos de produtos que seguem diferentes vias. Nas tabelas seguintes, 3.1, 3.2, 3.3 e 3.4, são expostas as avaliações de perigo realizadas no seguimento da produção de salsichas, de hambúrgueres, de carnes refrigeradas e de carnes fatiadas. Estes são, de forma generalizada, os produtos manipulados na sala de desmancha, que vão ser submetidos ao detetor de metais.

Recorreu-se à árvore de decisão do *Codex alimentarius*, incluída nos anexos. Essa árvore auxiliou a definir os PCC respondendo às seguintes questões, na seguinte ordem:

- Q1.** Existem medidas preventivas para o perigo em questão?
- Q2.** Este passo é especificamente desenhado para eliminar ou reduzir a probabilidade de ocorrência para um nível aceitável?
- Q3.** Pode a contaminação com o perigo identificado ocorrer em excesso do nível aceitável ou pode aumentar a um nível inaceitável?
- Q4** Irá um passo subsequente eliminar ou reduzir a probabilidade de ocorrência do perigo identificado a um nível aceitável?

Para além da identificação dos PCC's, dos PPR's e dos PPRO's são apresentadas as medidas que decorrem na Aviludo para o controlo efetivo da contaminação.

As etapas de receção foram consideradas um PPR, na medida em que a rejeição das matérias-primas deve ser posta em prática, quando estas apresentam, visualmente, elevado grau de contaminação. A maior parte das medidas tomadas fazem parte das atividades do PPR. As etapas de desmancha e corte, ou que implicam materiais de corte, consideraram-se como PPRO's, devido à probabilidade média de introdução de perigos físicos. A etapa em que os produtos passam pelo detetor de metais foi considerada crucial para reduzir o perigo físico mais considerável, o metal, em todos os processos, por isso foi considerada um PCC.

Nas seguintes tabelas são usadas várias siglas.

No separador da Avaliação do risco:

Sig.: Significância.

P: Probabilidade.

S: Severidade.

Ind risco: Índice de risco.

No separador do Estudo do perigo:

Q1: Questão 1, Q2: Questão 2, Q3: Questão 3, Q4: Questão 4.

S- Sim, N- Não.

Tabela. 3.1 Avaliação de perigo das salsichas.

AVALIAÇÃO DE PERIGO E IDENTIFICAÇÃO DE PPR'S OPERACIONAIS E PCC'S DO PROCESSO DE FABRICO DAS SALSICHAS									
ETAPAS	DESCRIÇÃO DO PERIGO	AVALIAÇÃO DO RISCO		ESTUDO DO PERIGO				PPR/ PPRO/ PCC	MEDIDAS DE CON- TROLE
		SIG. (P*S)	IND. RIS- CO	Q1	Q2	Q3	Q4		
RECEÇÃO DA CAR- NE	Presença de objetos estranhos provenientes do meio de transporte e de etapas anteriores	2*1=2	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual da carne - Cumprimento do plano de higienização
	Presença interna de objetos estranhos provenientes das etapas anteriores (chumbos, agulhas)	1*2=2	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Inspeção sanitária anterior - Cumprimento do plano de higienização
	Contaminação por objetos estranhos provenientes da via aérea e do solo (material de iluminação, plásticos, fita cola)	1*1=1	N.S.	S	N	S	S	PPR	- Verificação visual da carne - Boas práticas de higiene
	Contaminação por objetos estranhos metálicos provenientes da via aérea e solo (porcas, parafusos)	1*1=1	N.S.	S	N	S	S	PPR	- Verificação visual da carne - Inspeção posterior pelo detetor de metais
RECEÇÃO DOS CONSUMÍVEIS, ÁGUA, TRIPAS E CONDIMENTOS	Contaminação por objetos estranhos	1*1=1	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual dos consumíveis, água e condimentos

ETAPAS	DESCRIÇÃO DO PERIGO	AVALIAÇÃO DO RISCO		ESTUDO DO PERIGO				PPR/ PPRO/ PCC	MEDIDAS DE CON- TROLE
		SIG. (P*S)	IND. RIS- CO	Q1	Q2	Q3	Q4		
ARMAZENAGEM	Contaminação por objetos es- tranhos provenientes da câma- ra, da sala de condimentos, ou sala dos consumíveis	1*1=1	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual da carne - Cumprimento do plano de higienização - Controlo de pragas
DESMANCHA E CORTE	Contaminação por parte dos manipuladores (luvas de látex, caixas plásticas partidas, eti- quetadores)	2*1=2	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual da carne - Formação dos manipu- ladores
	Contaminação por parte dos manipuladores (metais-aliança, luvas de aço)	2*2=4	S.	S	N	S	S	PPRO	- Formação dos manipu- ladores -Inspeção posterior pelo detetor de metais
	Contaminação por falta de manutenção/ desgaste do equipamento	1*3=3	S.	S	N	S	S	PPRO	- Verificação regular dos equipamentos - Inspeção posterior pelo detetor de metais
	Contaminação por manusea- mento incorreto dos materiais (caixas plásticas partidas, eti- quetadores)	1*2=2	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual da carne
CHOQUE TÉRMICO	Contaminação por objetos es- tranhos provenientes da câma- ra	1*1=1	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual da carne - Cumprimento do plano de higienização

ETAPAS	DESCRIÇÃO DO PERIGO	AVALIAÇÃO DO RISCO		ESTUDO DO PERIGO				PPR/ PPRO/ PCC	MEDIDAS DE CON- TROLE
		SIG. (P*S)	IND. RIS- CO	Q1	Q2	Q3	Q4		
PICAGEM I	Contaminação por falta de manutenção/desgaste do equipamento	1*3=3	S.	S	N	S	S	PPRO	- Verificação regular dos equipamentos - Inspeção posterior pelo detetor de metais
ADIÇÃO E MISTURA DE CONDIMENTOS	Contaminação por falta de manutenção/desgaste do equipamento	1*3=3	S.	S	N	S	S	PPRO	- Verificação regular dos equipamentos - Inspeção posterior pelo detetor de metais
	Contaminação por má higienização dos recipientes de mistura	1*2=2	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual dos recipientes - Boas Práticas de Higiene
	Potencial contaminação proveniente do fornecedor	1*1=1	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual dos condimentos - Boas Práticas de Higiene
ENCHIMENTO	Contaminação por falta de manutenção/desgaste do equipamento	1*3=3	S.	S	N	S	S	PPRO	- Verificação regular dos equipamentos - Inspeção posterior pelo detetor de metais
EMBALAGEM	Potencial contaminação proveniente da própria embalagem	1*1=1	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual da carne - Verificação visual das embalagens - Cumprimento do plano de higienização

ETAPAS	DESCRIÇÃO DO PERIGO	AVALIAÇÃO DO RISCO		ESTUDO DO PERIGO				PPR/ PPRO/ PCC	MEDIDAS DE CON- TROLE
		SIG. (P*S)	IND. RIS- CO	Q1	Q2	Q3	Q4		
DETETOR DE ME- TAIS	Contaminação por objetos me- tálicos provenientes das etapas anteriores	-	-	S	S	-	-	PCC	- Inspeção pelo detetor de metais
ROTULAGEM	Não existem perigos físicos consideráveis	-	-	N	N	-	-	-	-
ARMAZENAGEM	Contaminação por objetos es- tranhos provenientes da câma- ra	1*1=1	N.S.	S	N	-	-	PPR	- Verificação visual da carne - Cumprimento do plano de higienização - Controlo de pragas

Tabela 3.2 Avaliação de perigo dos hambúrgueres.

AVALIAÇÃO DE PERIGO E IDENTIFICAÇÃO DE PPR'S OPERACIONAIS E PCC's DO PROCESSO DE FABRICO DOS HAMBÚRGUERES									
ETAPAS	DESCRIÇÃO DO PERIGO	AVALIAÇÃO DO RISCO		ESTUDO DO PERIGO				PPR/ PPRO/ PCC	MEDIDAS DE CONTROLO
		SIG. (P*S)	IND. RISCO	Q1	Q2	Q3	Q4		
RECEÇÃO DA CARNE	Presença de objetos estranhos provenientes do meio de transporte e de etapas anteriores	2*1=2	N.S.	S	N	N	N	PPR	-Verificação visual da carne - Cumprimento do plano de higienização
	Presença interna de objetos estranhos provenientes das etapas anteriores (chumbos, agulhas)	1*2=2	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Inspeção sanitária anteriormente - Cumprimento do plano de higienização
	Contaminação por objetos estranhos provenientes da via aérea e do solo (material de iluminação, plásticos, fita cola)	1*1=1	N.S.	S	N	S	S	PPR	- Verificação visual da carne - Boas Práticas de Higiene
	Contaminação por objetos estranhos metálicos provenientes da via aérea e solo (porcas, parafusos)	1*1= 1	N.S.	S	N	S	S	PPR	- Verificação visual da carne - Inspeção posterior pelo detetor de metais
RECEÇÃO DOS CONSUMÍVEIS, ÁGUA E CONDIMENTOS	Contaminação por objetos estranhos	1*1= 1	N.S.	N	N	N		PPR	- Verificação visual dos consumíveis, água e condimentos

ETAPAS	DESCRIÇÃO DO PERIGO	AVALIAÇÃO DO RISCO		ESTUDO DO PERIGO				PPR/ PPRO/ PCC	MEDIDAS DE CONTROLO
		SIG. (P*S)	IND. RISCO	Q1	Q2	Q3	Q4		
ARMAZENAGEM	Contaminação por objetos estranhos provenientes da câmara, da sala de condimentos ou da sala dos consumíveis	1*1=1	N.S.	N	N	N		PPR	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação visual da carne - Cumprimento do plano de higienização - Controlo de pragas
DESMANCHA E CORTE	Contaminação por parte dos manipuladores (luvas de látex, caixas plásticas partidas, etiquetadores)	2*1=2	N.S.	S	N	N	N	PPR	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação visual da carne - Formação dos manipuladores
	Contaminação por parte dos manipuladores (metais- aliança, luvas de aço)	2*2=4	S.	S	N	S	S	PPRO	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeção posterior pelo detetor de metais - Verificação visual da carne - Formação dos manipuladores
	Contaminação por falta de manutenção/desgaste do equipamento	1*3=3	S.	S	N	S	S	PPRO	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação regular dos equipamentos - Inspeção posterior pelo detetor de metais
CHOQUE TÉRMICO	Contaminação por objetos estranhos provenientes da câmara	1*1=1	N.S.	S	N	N	N	PPR	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação visual da carne - Cumprimento do plano de higienização - Controlo de pragas
PICAGEM I	Contaminação por falta de manutenção/desgaste do equipamento	1*3=3	S.	S	N	S	S	PPRO	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação regular dos equipamentos - Inspeção posterior pelo detetor de metais

ETAPAS	DESCRIÇÃO DO PERIGO	AVALIAÇÃO DO RISCO		ESTUDO DO PERIGO				PPR/ PPRO/ PCC	MEDIDAS DE CONTROLO
		SIG. (P*S)	IND. RISCO	Q1	Q2	Q3	Q4		
ADIÇÃO E MISTURA DE CONDIMENTOS	Contaminação por falta de manutenção/desgaste do equipamento	1*3=3	S.	S	N	S	S	PPRO	- Verificação regular dos equipamentos - Inspeção posterior pelo detetor de metais
	Contaminação por má higienização dos recipientes de mistura	1*2=2	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual dos recipientes - Boas Práticas de Higiene
	Potencial contaminação proveniente do fornecedor	1*1=1	N.S.	S	N	N	N	PPR	Verificação visual dos condimentos - Boas Práticas de Higiene
PICAGEM II	Contaminação por falta de manutenção/desgaste do equipamento	1*3=3	S.	S	N	S	S	PPRO	- Verificação regular dos equipamentos - Inspeção posterior pelo detetor de metais
FORMATAÇÃO DE HAMBURGUERES	Contaminação por falta de manutenção/desgaste do equipamento	1*3=3	S.	S	N	S	S	PPRO	- Verificação regular dos equipamentos - Inspeção posterior pelo detetor de metais
	Contaminação por má higienização da formatadora de hambúrgueres	1*2=2	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual da formatadora - Verificação visual da carne - Boas Práticas de Higiene

ETAPAS	DESCRIÇÃO DO PERIGO	AVALIAÇÃO DO RISCO		ESTUDO DO PERIGO				PPR/ PPRO/ PCC	MEDIDAS DE CONTROLO
		SIG. (P*S)	IND. RISCO	Q1	Q2	Q3	Q4		
EMBALAGEM	Potencial contaminação proveniente da própria embalagem	1*1=1	N.S.	S	N	N	N	PPR	-Verificação visual da carne - Verificação visual das embalagens - Cumprimento do plano de higienização
DETETOR DE METAIS	Contaminação por objetos metálicos provenientes de etapas anteriores	-	-	S	S	-	-	PCC	- Inspeção pelo detetor de metais
ROTULAGEM	Não existem perigos físicos consideráveis	-	-	N	N	-	-	-	-
ARMAZENAGEM	Contaminação por objetos estranhos provenientes da câmara	1*1=1	N.S.	S	N	-	-	PPR	-Verificação visual da carne - Cumprimento do plano de higienização -Controlo de pragas

Tabela 3.3 Avaliação de perigo das carnes refrigeradas.

AVALIAÇÃO DE PERIGO E IDENTIFICAÇÃO DE PPR'S OPERACIONAIS E PCC's DO PROCESSAMENTO DE CARNES REFRIGERADAS									
ETAPAS	DESCRIÇÃO DO PERIGO	AVALIAÇÃO DO RISCO		ESTUDO DO PERIGO				PPR/ PPRO/ PCC	MEDIDAS DE CONTROLO
		SIG. (P*S)	IND. RISCO	Q1	Q2	Q3	Q4		
RECEÇÃO DA CARNE	Presença de objetos estranhos provenientes do meio de transporte e de etapas anteriores	2*1=2	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual da carne - Cumprimento do plano de higienização
	Presença interna de objetos estranhos provenientes das etapas anteriores (chumbos, agulhas)	1*2=2	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Inspeção sanitária anterior - Cumprimento do plano de higienização
	Contaminação por objetos estranhos provenientes da via aérea e do solo (material de iluminação, plásticos, fita cola)	1*1=1	N.S.	S	N	S	S	PPR	- Verificação visual da carne - Boas Práticas de Higiene
	Contaminação por objetos estranhos metálicos provenientes da via aérea e solo (porcas, parafusos)	1*1=1	N.S.	S	N	S	S	PPR	- Verificação visual da carne - Inspeção posterior pelo detetor de metais
RECEÇÃO DOS CONSUMÍVEIS	Contaminação por objetos estranhos	1*1=1	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual dos consumíveis

ETAPAS	DESCRIÇÃO DO PERIGO	AVALIAÇÃO DO RISCO		ESTUDO DO PERIGO				PPR/ PPRO/ PCC	MEDIDAS DE CONTROLO
		SIG. (P*S)	IND. RISCO	Q1	Q2	Q3	Q4		
ARMAZENAGEM	Contaminação por objetos estranhos provenientes da câmara, da sala de condimentos ou da sala dos consumíveis	1*1=1	N.S.	S	N	N	N	PPR	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação visual da carne - Cumprimento do plano de higienização - Controlo de pragas
DESMANCHA E CORTE	Contaminação por parte dos manipuladores (luvas de látex, caixas plásticas partidas, etiquetadores)	2*1=2	N.S.	S	N	N	N	PPR	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação visual da carne - Formação dos manipuladores
	Contaminação por parte dos manipuladores (metais- aliança, luvas de aço)	2*2=4	S.	S	N	S	S	PPRO	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação visual da carne - Formação dos manipuladores - Inspeção posterior pelo detetor de metais
	Contaminação por falta de manutenção/ desgaste do equipamento	1*3=3	S.	S	N	S	S	PPRO	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação regular dos equipamentos - Inspeção posterior pelo detetor de metais
EMBALAGEM	Potencial contaminação por plástico proveniente da própria embalagem	1*1=1	N.S.	S	N	N	N	PPR	-Verificação visual da carne
	Potencial contaminação por proveniente da própria embalagem	1*1=1	N.S.	S	N	N	N	PPR	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação visual das embalagens - Cumprimento do plano de higienização

ETAPAS	DESCRIÇÃO DO PERIGO	AVALIAÇÃO DO RISCO		ESTUDO DO PERIGO				PPR/ PPRO/ PCC	MEDIDAS DE CONTROLO
		SIG. (P*S)	IND. RISCO	Q1	Q2	Q3	Q4		
DETETOR DE METAIS	Contaminação por objetos metálicos provenientes de etapas anteriores	-	-	S	S	-	-	PCC	- Inspeção pelo detetor de metais
ROTULAGEM	Não existem perigos físicos consideráveis	-	-	N	N	-	-	-	-
ARMAZENAGEM	Contaminação por objetos estranhos provenientes da câmara	1*1=1	N.S.	S	N	-	-	PPR	- Verificação visual da carne - Cumprimento do plano de higienização -Controlo de pragas

Tabela 3.4 Avaliação de perigo das carnes fatiadas.

AVALIAÇÃO DE PERIGO E IDENTIFICAÇÃO DE PPR'S OPERACIONAIS E PCC's DO PROCESSAMENTO DE CARNES FATIADAS									
ETAPAS	DESCRIÇÃO DO PERIGO	AVALIAÇÃO DO RISCO		ESTUDO DO PERIGO				PPR/ PPRO/ PCC	MEDIDAS DE CONTROLO
		PROB.	IND. RISCO	Q1	Q2	Q3	Q4		
RECEÇÃO DA CARNE	Presença de objetos estranhos provenientes do meio de transporte e de etapas anteriores	2*1=2	N.S.	S	N	N	N	PPR	-Verificação visual da carne - Cumprimento do plano de higienização
	Presença interna de objetos estranhos provenientes das etapas anteriores (chumbos, agulhas)	1*2=2	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Inspeção sanitária anteriormente - Cumprimento do plano de higienização
	Presença de objetos estranhos provenientes da via aérea e do solo (material de iluminação, plásticos, fita cola)	1*1=1	N.S.	S	N	S	S	PPR	- Verificação visual da carne - Boas Práticas de Higiene
	Contaminação por objetos estranhos metálicos provenientes da via aérea e solo (porcas, parafusos)	1*1=1	N.S.	S	N	S	S	PPR	- Verificação visual da carne - Boas Práticas de Higiene - Inspeção posterior pelo detetor de metais

ETAPAS	DESCRIÇÃO DO PERIGO	AVALIAÇÃO DO RISCO		ESTUDO DO PE-RIGO				PPR/PPRO/PCC	MEDIDAS DE CONTROLO
		PROB.	IND. RISCO	Q1	Q2	Q3	Q4		
RECEÇÃO DOS CONSUMÍVEIS	Contaminação por objetos estranhos	1*1=1	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual dos consumíveis
ARMAZENAGEM	Contaminação por objetos estranhos provenientes da câmara ou sala dos consumíveis	1*1=1	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual da carne - Cumprimento do plano de higienização - Controlo de pragas
DESMANCHA E CORTE	Contaminação por parte dos manipuladores (luvas de látex, caixas plásticas partidas, etiquetadores)	2*1=2	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual da carne - Formação dos manipuladores
	Contaminação por parte dos manipuladores (metais-aliança, luvas de aço)	2*2=4	S.	S	N	S	S	PPRO	- Inspeção posterior pelo detetor de metais - Inspeção visual da carne - Formação dos manipuladores
	Contaminação por falta de manutenção/desgaste do equipamento	1*3=3	S.	S	N	S	S	PPRO	- Verificação regular dos equipamentos - Inspeção posterior pelo detetor de metais
CHOQUE TÉRMICO	Contaminação por objetos estranhos provenientes da câmara	1*1=1	N.S.	S	N	N	N	PPR	- Verificação visual da carne - Cumprimento do plano de higienização - Controlo de pragas

ETAPAS	DESCRIÇÃO DO PERIGO	AVALIAÇÃO DO RISCO		ESTUDO DO PERIGO				PPR/PPRO/PCC	MEDIDAS DE CONTROLO
		PROB.	IND. RISCO	Q1	Q2	Q3	Q4		
FATIAGEM	Contaminação por falta de manutenção/desgaste do equipamento	1*3=3	S.	S	N	S	S	PPRO	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação regular dos equipamentos - Inspeção posterior pelo detetor de metais
EMBALAGEM	Potencial contaminação proveniente da própria embalagem	1*1=1	N.S.	S	N	N	N	PPR	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação visual da carne - Verificação visual das embalagens - Cumprimento do plano de higienização
DETETOR DE METAIS	Contaminação por objetos metálicos provenientes de etapas anteriores	-	-	S	S	-	-	PCC	<ul style="list-style-type: none"> - Inspeção pelo detetor de metais
ROTULAGEM	Não existem perigos físicos consideráveis	-	-	N	N	-	-	-	-
ARMAZENAGEM	Contaminação por objetos estranhos provenientes da câmara	1*1=1	N.S.	S	N	-	-	PPR	<ul style="list-style-type: none"> - Verificação visual da carne - Cumprimento do plano de higienização -Controlo de pragas

Como se pode verificar por estas avaliações, o detetor de metais é fundamental para reduzir a presença de metal a níveis aceitáveis. Portanto, nesta indústria é obrigatoriamente um PCC, tal como nos é indicado pela árvore de decisão.

3.2 Testes do detetor de metais

Os resultados obtidos, aquando da passagem dos fragmentos metálicos pela abertura do detetor, estão expressos nas tabelas 3.5, 3.6, 3.7 e 3.8, correspondentes aos 4 programas gravados no detetor.

Os fragmentos metálicos de A a E foram facilmente detetados com os programas 1, 3 e 4, como se pode verificar nas respetivas tabelas. Essa deteção foi proporcionada em qualquer uma das posições e sem carne. Além disso, os valores emitidos encontravam-se sempre, pelo menos, 30% acima dos limites de rejeição dos programas.

Já o fragmento F, de 7,0 mm de comprimento, não foi detetado, em nenhum destes programas, quando passou na zona central do detetor. Quando passou pelas extremidades, com carne, ou na zona central, sem carne, apenas algumas das vezes foi detetado.

Como é natural, as limalhas, os fragmentos H e G não foram detetados em qualquer um dos programas ou posição.

Foi perceptível, em praticamente todos os testes, uma diminuição da sensibilidade na zona central da cabeça do detetor.

Os testes sem carne foram pouco esclarecedores. Em alguns casos, para o mesmo fragmento, o valor emitido foi superior no teste sem carne, comparativamente com os testes com carne na zona central. Porém, para outros fragmentos, ocorreu o inverso.

Além destes resultados, verificou-se que os produtos de peso aproximadamente 2,0 Kg, para os programas 1, 3 e 4, foram rejeitados, isto é, o detetor assumiu que continham metal.

Os programas 1 e 3, em que foram testadas carne gorda e carne magra, não evidenciaram grandes diferenças entre os dois tipos de carne. Contabilizou-se o número de vezes que os valores emitidos, pelo detetor, foram semelhantes, maiores para a carne magra ou maiores para a carne gorda, considerando a passagem de um fragmento em uma das posições como um teste. Apenas se consideraram os fragmentos que foram detetados com facilidade, A a E. Portanto, sendo 5 fragmentos x 3 posições, realizaram-se 15 testes em cada programa. Entre esses, no programa 1, houve 8 testes em que os valores emitidos foram semelhantes, 6 testes em que o sinal foi notavelmente maior para a carne magra e apenas 1 em que o valor foi maior para a carne gorda. Contudo, no programa 3, 6 dos testes evidenciaram valores superiores para a carne gorda, em 5 testes os sinais foram superiores para a carne magra e em 4 testes os resultados foram similares entre os dois tipos de carne.

No programa 2 nenhum dos fragmentos selecionados, assim como as limalhas, foram detetados, quer nas cuvetes com carne, quer nas cuvetes vazias. Tendo em conta estes resultados, colocaram-se simultaneamente os fragmentos A e B na carne. Quando o produto passou na zona central da cabeça do detetor, mesmo com os dois fragmentos, não foi rejeitado. Estes resultados estão expostos na tabela 3.6. O produto de aproximadamente 2,0 Kg não foi considerado contaminado, pelo que se colocou o metal A e, ainda assim, o sistema de rejeição não foi acionado.

Tabela 3.5 Resultados do Programa 1. Resultados obtidos dos testes realizados com o detetor de metais usando o programa 1.

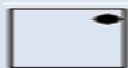
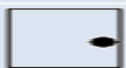
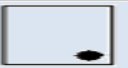
Quando o programa 1.					
Metal					Sem carne
A	C. magra	4528	3720	4174	5042
	C. gorda	2819	2806	2979	
B	C. magra	2748	1838	2908	2616
	C. gorda	2724	2679	2778	
C	C. magra	2617	2485	2986	1219
	C. gorda	2644	2447	2620	
D	C. magra	1105	952	1179	1446
	C. gorda	1217	1039	1215	
E	C. magra	1196	1056	1351	2477
	C. gorda	1175	991	1187	
F	C. magra	Não detetado-805	Não detetado	Não detetado	Não detetado-800
	C. gorda	Não detetado-737		811- 814	
G	C. magra	Não detetado			
	C. gorda				
H	C. magra	Não detetado			
	C. gorda				
Limalhas	C. magra	Não detetado			
	C. gorda				

Tabela 3.6 Resultados do Programa 2. Resultados obtidos dos testes realizados com o detetor de metais usando o programa 2.

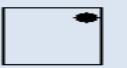
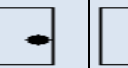
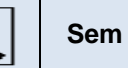
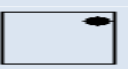

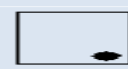
Metal				Sem carne
A - H	Não detetado			
Limalhas	Não detetado			
A+B	5204	Não detetado	5151	Não detetado-4302
Peça grande (A+B)	4560			-

Tabela 3.7 Resultados do Programa 3. Resultados obtidos dos testes realizados com o detetor de metais usando o programa 3.

Metal					Sem carne
A	C. magra	5317	5279	6386	2311
	C. gorda	5533	4853	5432	
B	C. magra	2395	2689	2856	2261
	C. gorda	2390	2536	2144	

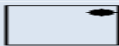
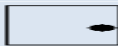
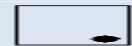



Continuação da tabela 3.7 Resultados do Programa 3. Resultados obtidos dos testes realizados com o detetor de metais usando o programa 3.					
Metal					Sem carne
C	C. magra	2056	1895	2098	2114
	C. gorda	2197	1974	2104	
D	C. magra	1463	1708	2044	1451
	C. gorda	2142	1654	2216	
E	C. magra	1391	1609	1530	1208
	C. gorda	2180	1354	1849	
F	C. magra	Não detetado-1223	Não detetado	Não detetado-1174	Não detetado
	C. gorda	Não detetado			
G	C. magra	Não detetado			
	C. gorda				
H	C. magra	Não detetado			
	C. gorda				
Limalhas	C. magra	Não detetado			
	C. gorda				

Tabela 3.8 Resultados do Programa 4. Resultados obtidos dos testes realizados com o detetor de metais usando o programa 4, com salsicha.

Metal				Sem carne
A	2434	2160	2694	2017
B	1900	1578	2022	1747
C	1200	1161	1164	1249
D	921	747	874	2174
E	876	818	868	941
F	Não detetado		557-625	Não detetado - 603
G	Não detetado			
H	Não detetado			
Limalhas	Não detetado			

No decurso do estágio, houve uma desconfiguração do detetor de metais, que deixou de detetar o provete de 1,0 mm de diâmetro, de material ferroso, ou qualquer outro dos que a Aviludo continha. Contatou-se o técnico, ele pensou que poderia ser a fita transportadora que estava contaminada, pois o sinal do ruído era acentuado. Ou seja, quando apenas estava a fita transportadora a passar pelo detetor de metais, o sinal não era nulo, e atingia valores elevados. A fita transportadora foi mudada e esse problema resolveu-se. No entanto, o detetor permane-

cia sem detetar o provete ferroso de 1,0 mm ou os restantes. Até aqui não foram alteradas quaisquer propriedades dos programas.

A única opção apontada foi a criação de novos programas, para cada um dos produtos existentes, com limites de rejeição mais baixos. Com esses programas percebeu-se que estava a detetar provetes de 3,0 mm de aço inoxidável, mas continuava a não se detetar 1,0 mm ou 1,5 mm de material ferroso. Isto não era esperado, dado que anteriormente ocorria o inverso, isto é, detetava-se 1,0 mm de ferroso, mas não se detetava 3,0 mm de aço inoxidável. Essa situação era aceitável porque as características do aço inoxidável tornam-no mais difícil de detetar.

Como a variedade de produtos era imensa, tentou-se agrupar produtos semelhantes no mesmo programa.

Começou-se por fazer a calibração de cada produto e definir os limites de rejeição para cada programa. Em seguida testaram-se esses programas com o provete de 3,0 mm de aço inoxidável. Quando este provete originava uma baixa percentagem de rejeição do produto contaminado passou-se ao fragmento H. O provete e o fragmento foram testados pelo menos 50 vezes.

O objetivo era criar programas em que o provete fosse detetado, contudo não foi possível, devido à criação de demasiados falsos positivos quando se baixavam os limites de rejeição.

Na tabela 3.9 estão indicados os programas que foram criados, associados ao limite de rejeição e ao desvio, os respetivos produtos, a % de deteções corretas com o provete de aço inoxidável de 3,0 mm de diâmetro e com o fragmento H, e, ainda, a % de falsos positivos ocorridos.

Tabela 3.9 Novos programas. Formatação dos novos programas e os testes para verificar a eficiência dos mesmos.

Programa	Produto	Sensibilidade	% Falsos positivos	% Provette 3,0 mm inox	% Frag. H
1) 55+5	Costeletas lombo	40	4%	95%	100%
2) 70+10	Entremeada	40	19%	86%	100%
	Bifinhos do lombo		0%	50%	100%
	Picanha	40	0%	78%	100%
3) 125+10	Entrecosto	40	4%	52%	100%
4) 90+10	Rojões	40	0%	80%	100%
	Costeletas cachaço		6%	69%	100%
5) 105+10	Tiras de entrecosto	40	0%	77%	100%
6) 130+15	Bifanas	40	0%	5%	78%

Todos os programas criados, exceto o 6, destinado a bifanas, detetaram eficazmente o fragmento H, isto é, todos os testes em que se colocou o fragmento na carne foram rejeitados.

3.3 Análise dos questionários

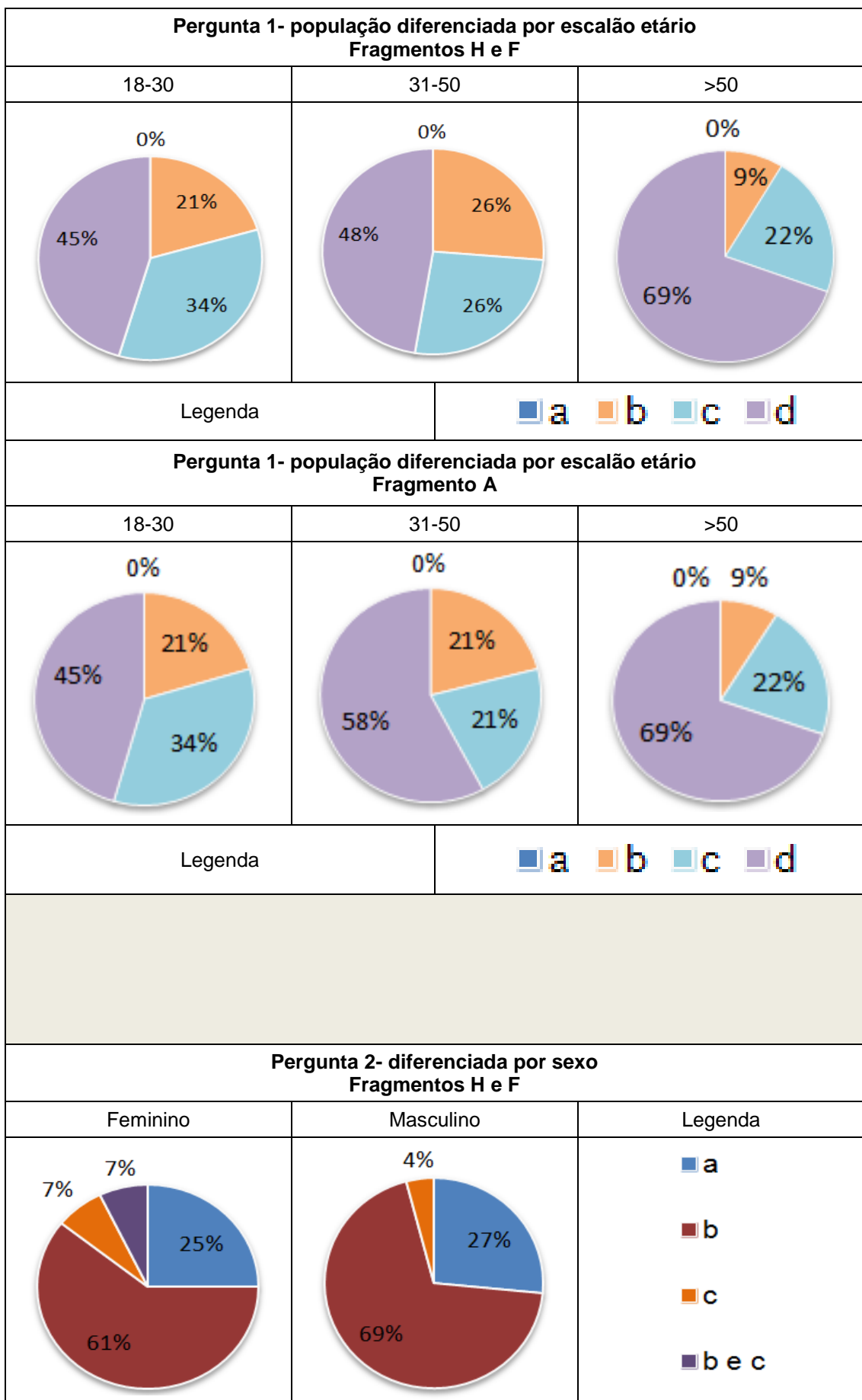
Os resultados dos questionários estão expressos na tabela 3.10. Nenhum dos inquiridos referiu que teria ações diferentes para os fragmentos H e F, pelo que os resultados foram tratados em conjunto. Em relação ao fragmento A, 10 dos inquiridos (9,5%), optariam por uma opção mais drástica em relação aos outros fragmentos.

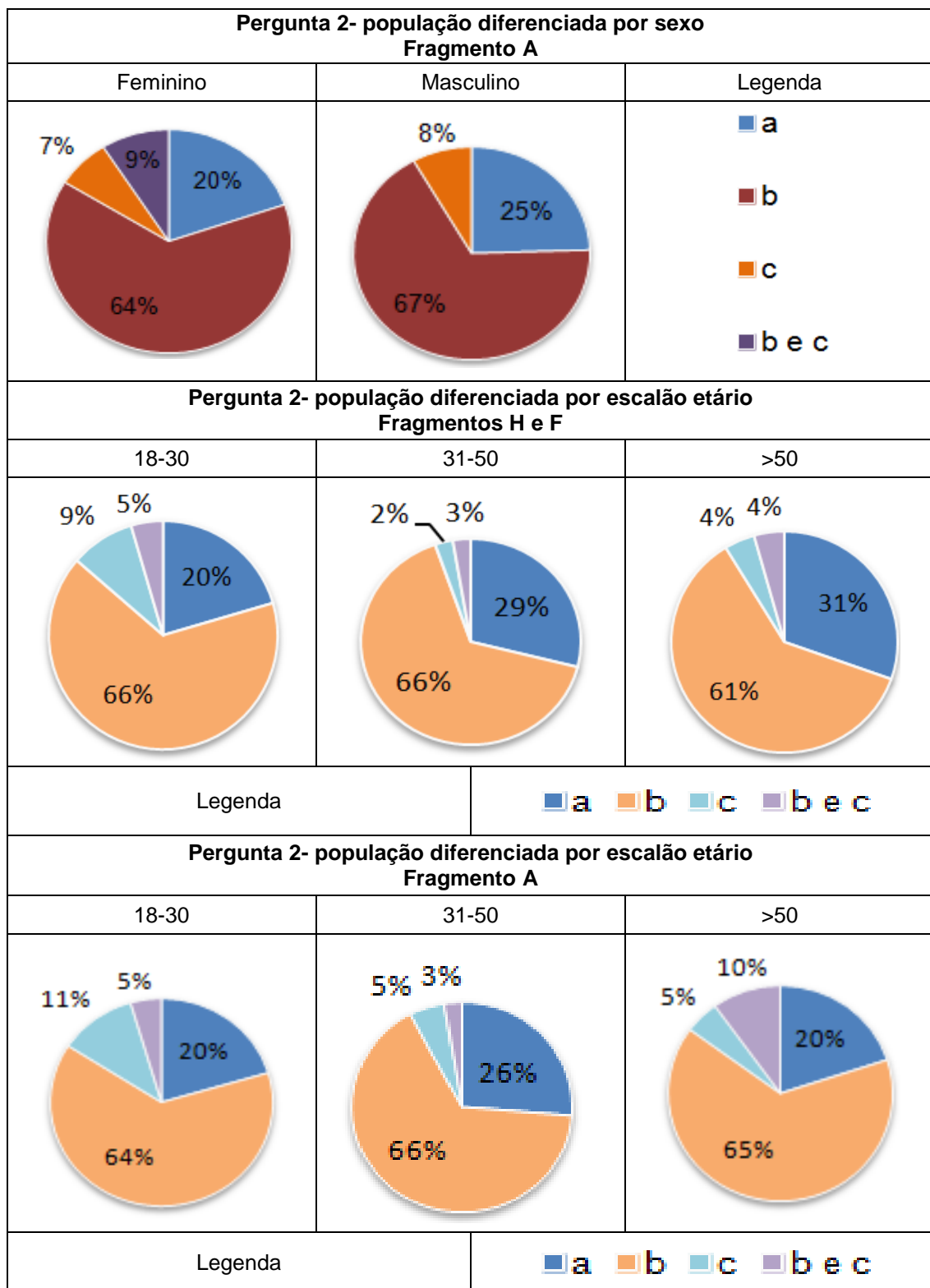
dos inquiridos faria queixa à ASAE. Ademais, 4% dos inquiridos, unicamente da população feminina, fariam queixa à ASAE e ao distribuidor. Houve até uma inquirida que afirmou, caso a contaminação ocorresse várias vezes, com o mesmo distribuidor, informaria os meios de comunicação social.

Existe uma pequena diferença entre o escalão etário maior de 50 anos e os outros escalões, para a pergunta 1. Naquele escalão etário, a % de respostas para a opção D é de 69%, enquanto para os escalões 18-30 e 31-50 é de, respetivamente, 45% e 48%.

Tabela 3.10 Resultados da análise aos consumidores. Na seguinte tabela encontram-se todos os resultados obtidos nos questionários realizados, expressos em percentagem. Fragmento A: 23 mm *30 mm; Fragmento F: 7,0 mm * 4,0 mm; Fragmento H: 4,0 mm * 3,0 mm.

Pergunta 1 (O que faria caso encontrasse em sua casa carne com o fragmento metálico que se apresenta?) – População geral		
Fragmentos H e F	Fragmento A	Legenda
		<ul style="list-style-type: none"> ■ a ■ b ■ c ■ d
Pergunta 2 (Faria algum tipo de reclamação?) – População geral		
Fragmentos H e F	Fragmento A	Legenda
		<ul style="list-style-type: none"> ■ a ■ b ■ c ■ b e c
Pergunta 1- população diferencia por sexos Fragmentos H e F		
Feminino	Masculino	Legenda
		<ul style="list-style-type: none"> ■ a ■ b ■ c ■ d
Pergunta 1- população diferenciada por sexos Fragmento A		
Feminino	Masculino	Legenda
		<ul style="list-style-type: none"> ■ a ■ b ■ c ■ d





4. Discussão

A contaminação física de um produto alimentar pode acarretar graves problemas para uma empresa. Na indústria alimentar a contaminação que ocorre mais espontaneamente, não necessariamente devido a práticas inadequadas, é a contaminação com metais. No entanto, devido às suas propriedades físicas, são também dos materiais mais fáceis de detetar.

Além do perigo de segurança alimentar para os consumidores e da má imagem para a empresa, a contaminação com fragmentos metálicos, ainda dentro da fábrica, pode levar à danificação dos equipamentos. Assim sendo, é do total interesse, das empresas, definir estratégias para prevenir e eliminar as contaminações.

O controlo da contaminação física deve ser estabelecido recorrendo ao HACCP e aos guias de Boas Práticas (Canadian Food Inspection Agency, 2008; Diretiva FSIS 7310.5, 2003).

As matérias-primas podem ser a fonte da contaminação, sendo, pois, necessário impor requisitos aos fornecedores, de maneira a reduzir essas fontes. A verificação superficial da carne deve também ser realizada no momento da receção.

Quando a avaliação de perigo indica que existe uma probabilidade razoável de contaminação física, deve-se identificar os potenciais perigos e correspondentes PCC's, definir os limites críticos, monitorizar os PCC's, verificar o equipamento de deteção, expor as medidas preventivas e corretivas a aplicar quando existem desvios do limite crítico e documentar tudo isto (Diretiva FSIS 7310.5, 2003).

Quando se emprega corretamente o HACCP e as Boas Práticas de Higiene, a contaminação, geralmente, reflete problemas que estão a suceder na fábrica e, assim, serve de indicador desses problemas.

As avaliações de perigo, os testes à sensibilidade do detetor e o questionário aos consumidores tinham o objetivo final de estabelecer um limite crítico de controlo para o PCC relativo ao detetor de metais. Essa decisão envolveu todo este estudo porque o valor estabelecido, para esse limite crítico de controlo, deve ser assegurado com grande grau de certeza, deve garantir a segurança dos consumidores e satisfazê-los.

As avaliações de perigo permitiram verificar que as fontes de contaminação, por metal, numa sala de desmancha, são variadíssimas. O uso intensivo de metal aumenta a probabilidade de contaminação e, por sua vez, o risco é considerado relativamente elevado.

Naturalmente, os materiais que contactam com a carne, ou com outro género alimentício, devem minimizar, tanto quanto possível, a contaminação (CAC/RCP 58, 2005). O aço inoxidável tem sido amplamente usado, na indústria alimentar, em virtude das suas características. Esta liga metálica apresenta elevada resistência à corrosão, resistência física e durabilidade (Council of Europe's Policy Statements, 2001). Tem ainda as vantagens de ser facilmente limpo e esterilizado por uma ampla gama de sistemas, sem deterioração, apresenta taxas de migração muito baixas e não transmite cor ou sabor aos produtos alimentares (Council of Europe's Policy Statements, 2001). A nível químico o aço inoxidável é dos melhores metais para contactar com a carne.

Apesar das excelentes características, para o contato com os alimentos, o aço inoxidável manifesta baixa magnitude e condutividade elétrica, o que o torna, em termos de inspeção, o metal mais difícil de detetar. Diversos fornecedores de detetores de sistemas de bobinas equilibradas referem um maior tamanho dos fragmentos de aço inoxidável, como limite mínimo detetável, comparativamente com outros metais (The Food Machinery Company LTD, Loma Systems, ADS).

A contaminação por metal pode ser reduzida a partir da prevenção e da inspeção. A prevenção passa por fazer a manutenção dos equipamentos e/ou instrumentos, essencialmente dos equipamentos de corte, de forma a mantê-los em condições adequadas (ADS, sem data). Também a aplicação de Boas Práticas de Fabrico e Higiene permite reduzir a probabilidade de contaminação. Por exemplo a proibição de entrada de objetos, como uma esferográfica, na sala de desmancha.

Por outro lado, pode, e deve, ser realizada a inspeção, quer visualmente quer por meio a equipamentos para esse fim. Deve proceder-se à inspeção dos mesmos equipamentos e/ou instrumentos com determinada frequência, de modo a verificar se não existem falhas nas lâminas ou outras zonas. Esta deve-se realizar antes e após a utilização. Esta medida não permite separar claramente os produtos que foram expostos à contaminação, ao invés de outras técnicas. Também a visualização do produto durante as diversas etapas e, essencialmente, nas etapas finais permite retirar os contaminantes de maneira a que o produto siga na linha produtos ou a sua retirada, quando necessário (Abe, 2009). No entanto, a inspeção visual tem as suas desvantagens: exige muito tempo despendido, o que se torna caro, é tendenciosa, não se examina o interior dos produtos e objetos diminutos passam facilmente despercebidos (Abe, 2009). Também os sistemas de imagem (raio-X) e o detetor de metais possibilitam a inspeção em relação ao metal (Graves *et al.*, 1998). Estes têm a vantagem de examinar o produto por inteiro e num curto espaço de tempo. Os detetores de metais são o método mais usado, possivelmente pelo baixo custo comparativamente ao raio-X, apesar de estes permitirem examinar o produto relativamente a qualquer contaminante físico (Abe, 2009).

Na deteção de metais, e também de outros perigos físicos, podem-se usar peneiras, ímanes ou tanques de flutuação (FDA, sem data; Edwards, 2004). Contudo esses métodos são adequados para produtos líquidos ou em pó (FDA, sem data). Para a Aviludo os métodos referidos estão postos de parte, por não se adequarem ao tipo de produto. Portanto, esta empresa utiliza os métodos de prevenção e o detetor de metais, complementando com a verificação visual dos equipamentos.

Sendo o aço inoxidável muito usado, mas, difícil de detetar, o melhor é prevenir a contaminação, embora a inspeção não deixe de fazer parte das medidas de controlo.

A Aviludo é uma empresa que se esforça por cumprir rigorosamente os critérios estabelecidos, de maneira a evitar qualquer tipo de contaminação, por isso aposta na prevenção. Como se pode conferir da avaliação de perigos, nesta empresa são tomadas as medidas necessárias para evitar a contaminação. Medidas como o uso de “rotas” para o transporte das matérias-primas e dos produtos, higienização adequada, vestuário adequado e outros. Prova

disso é que o número de reclamações por contaminação física feitas à Aviludo são muito poucas.

A contaminação física também pode surgir após o embalamento. O sistema RASFF (2013) apresenta o maior número de ocorrências de contaminações físicas como sendo por larvas de insetos ou excrementos de roedores. Este tipo de contaminações costuma ocorrer depois do embalamento. Para a Aviludo este tipo de contaminação é muito reduzido. As janelas e entradas contam com redes mosquiteiras que evitam a entrada de insetos e são tomadas outras medidas para evitar a entrada de qualquer animal, além disso as temperaturas baixas não são propícias a animais. Mesmo depois dos produtos saírem da Aviludo, as temperaturas baixas mantêm-se.

A formação dos operadores é um fator muito importante, pois é necessário que estes tenham noção de como a contaminação pode acarretar problemas para os consumidores e para a empresa. Além do mais, são eles que, maioritariamente se apercebem da presença dos perigos físicos.

Atualmente, os manipuladores de carne devem ser instruídos, a fim de conhecerem os princípios de HACCP e aplicá-los, de maneira a atingir a segurança alimentar (Neves, 2011; Regulamento (CE) Nº852/2004). Apesar disto, um estudo de Neves *et al.* (2011) revelou que, numa amostragem de 159 manuseadores de carne, em Portugal, 73% destes possuíam formação em Boas Práticas de Indústria Alimentar e/ou Higiene e Segurança no Trabalho. Nesse estudo foram questionados os manuseadores, acerca de matérias de segurança alimentar, sendo os possuidores da formação referida os que obtiveram melhor desempenho, ficando demonstrado ser fundamental a formação dos operadores. Neste contexto, as empresas de indústria alimentar devem focar a contaminação por perigos físicos, dando relevância a como proceder quando houver falhas detetadas ou quando o funcionamento do detetor de metais estiver comprometido, o que já acontece na Aviludo.

Um fornecedor declarou que a capacidade de transmissão do detetor é 2,0 Kg. Ou seja, produtos com maior massa não permitirão uma correta deteção dos metais. A análise dos testes realizados, com os programas estabelecidos no detetor de metais, permitiu confirmar que, de facto, peças dessa massa não são apropriadas para este detetor. Quando se experimentou passar um produto dessa massa, em qualquer um dos programas, exceto o 2, o detetor acionou o sistema de rejeição. Ou seja, gerou um falso positivo, pelo que é impraticável examinar neste detetor produtos dessa massa.

Quanto maior massa tiver um produto, maior será o efeito da sua condutividade, consequentemente maior será o sinal produzido por esse produto. Para que produtos desta massa pudessem passar pelo detetor, os limites de rejeição teriam de ser muito elevados, e, assim, poderiam disfarçar a contaminação do metal. O programa 2 revelou esse problema. O limite de rejeição era bastante elevado, tanto que as peças de 2,0 Kg não foram rejeitadas. Contudo, também não foi possível detetar qualquer metal de dimensões aceitáveis. Portanto, o detetor não foi preparado para peças de mais de 2,0 Kg. Nesses casos, o sinal emitido é tão elevado, que encobre os metais.

Além disso, um produto cárneo de 2,0 Kg já possui uma grande dimensão. Caso se desenvolva um programa em que um produto daquela massa não gere um falso positivo, o produto será praticamente do tamanho da cabeça do detetor. A superfície estará perto das bobinas, porém as ondas poderão ter mais dificuldade em difundir-se até à zona central. Assim a probabilidade dos produtos contaminados não serem rejeitados aumenta, porque a zona central do produto não chega a ser examinada.

A bibliografia consultada indica que a constituição dos produtos pode afetar a sensibilidade da deteção (Safety Program, for processors and distributors, sem data), pelo que tentou-se averiguar se existiam diferenças quando os fragmentos se encontravam numa zona gorda ou numa zona magra da carne.

Analisando os resultados, houve um maior número de testes em que o fragmento inserido na carne magra, emitiu maior sinal que na carne gorda (11 dos testes), enquanto o inverso ocorreu em 7 dos testes, o que poderia sugerir que quando o fragmento se encontra na carne magra o sinal é maior. Porém, o número de testes em que os sinais emitidos foram semelhantes entre ambas as carnes foi superior (12 testes), ainda que muito pouco. Nestes testes a fração de carne usada foi sempre a mesma, apenas se colocava o fragmento na zona gorda ou na zona magra.

Resultados de testes realizados com micro-ondas rádio demonstraram que em carne com maior percentagem de gordura existe uma maior taxa de mortalidade de patogénicos e um maior aquecimento (Hix, 2000; Gunasekaran, 2002). Estes dados fazem crer que as zonas de gordura “recebem” mais facilmente a radiação. Seguindo este raciocínio, quando os contaminantes se encontram na zona gorda da carne poderá ser mais fácil detetá-los.

Os nossos resultados não foram concordantes com essa linha de pensamento. Os resultados evidenciaram que, nestes tipos de carnes, não existia diferença significativa entre a zona magra e a zona gorda da carne, relativamente à sensibilidade de deteção. Uma das explicações para isto pode ser o facto de que a carne já estava limpa quando passava no detetor. As zonas mais gordas eram pequenas frações da carne. Deste modo a carne era bastante semelhante entre si, pelo que as diferenças na deteção foram mínimas.



Figura 4.1 Posição do contaminante em relação à altura da cabeça do detetor.

Os resultados provenientes destes programas permitiram aferir que a zona central do detetor é menos sensível. Em, praticamente, todos os testes, os valores conseguidos, diminuíram na zona central comparativamente com as zonas laterais. Segundo a bibliografia consultada, era previsível este acontecimento, pois essa é a zona mais afastada das bobinas, o que dificulta a deteção (ADS, sem data). É importante referir que em qualquer uma das posições o contaminante nunca se encontrava perfeitamente na zona central em relação à altura. Isto porque o contaminante estava inserido na carne, que, por sua vez, se encontrava dentro de uma cuvette, como ocorre durante o embalamento. Dado a altura da cuvette nunca atingia o meio, ver figura 4.1. Apesar de, não se fazer passar o contaminante na zona de menor sensibilidade, como se deveria, esta é a situação que representa a realidade. Por isso, os contaminantes nunca se encontrarão nessa zona central, o que facilita a deteção.

Entre as duas laterais existiam diferenças mas não foram consideradas.

Os testes sem carne não foram praticados da melhor maneira. Estes testes pretendiam comparar o sinal emitido apenas pelo fragmento comparativamente ao sinal emitido pelo fragmento e a carne. O fragmento, na cuvette sem carne, foi colocado na zona central no sentido longitudinal, mas encontrava-se junto à superfície inferior no sentido latitudinal. Quando a cuvette continha carne no interior o fragmento encontrava-se praticamente na zona central da cabeça do detetor, como explicado acima. Os valores não podem ser comparados, porque os fragmentos encontravam-se em zonas diferentes, nos testes sem carne estavam mais perto da bobina. Assim sendo, era esperado que os valores fossem semelhantes ou superiores nos testes sem carne. Seriam superiores por estar junto às bobinas e provocarem um desequilíbrio maior, mas poderiam também ser semelhantes porque nos testes com carne teríamos o efeito do produto. Aparentemente, nos programas 1 e 4, o sinal foi mais alto nos testes sem carne, enquanto no programa 3 foi mais alto quando o produto passou na zona central. Esta diferença entre programas deve-se, provavelmente, ao efeito do produto ser mais alto no programa 3.

Nos programas 1, 2 e 3, onde os fragmentos de A a E foram detetados, verificou-se uma tendência de diminuição gradual do sinal emitido dos fragmentos de maior para os de menor dimensão. Nem sempre essa tendência foi satisfeita, mas isso pode dever-se aos diversos fatores que influenciam a deteção. As características do produto na zona onde está inserido o metal, a posição e direção relativa à cabeça do detetor, a forma dos contaminantes, e a influência externa podem afetar o campo eletromagnético e levar a valores ligeiramente diferentes dos esperados.

O fragmento E tinha de comprimento 9,0 mm e de largura 4,0 mm e foi o fragmento mais pequeno detetado facilmente. Um metal deste tamanho é bem visível a olho nu, o que por um lado o torna mais fácil detetar, mas quando “mastigado” pode trazer sequelas. Com estas

dimensões ficou claro que era necessário melhorar o detetor. Eram dimensões inaceitáveis quer para o consumidor como para a Aviludo, a nível de segurança e de qualidade. O fragmento mais pequeno, imediatamente a seguir, media 7,0 mm de comprimento e 4,0 mm de largura e nem sempre foi detetado. Portanto, não poderia ser aceite como limite de deteção. É importante não esquecer que os fragmentos provinham de uma faca, que será o contaminante de maior probabilidade.

O programa 2 gerou algumas interrogações. É difícil perceber como foram atribuídos valores tão altos ao programa. Provavelmente, no momento da calibração foram usadas amostras de grandes quantidades e o sinal emitido foi elevado. Pode também ter ocorrido um erro ao pressionar os botões. Apenas a junção do fragmento A com o fragmento B foi detetada, quando estes passavam pelas extremidades do detetor. Era um programa totalmente desadequado.

Todos os programas tinham limites de deteção bastante acima dos valores médios emitidos, assegurando-se, deste modo, que não existissem falsos positivos, devido às propriedades dos produtos. Mas devido à desconfiguração foi preciso recorrer ao estabelecimento de novos programas, que serão discutidos adiante.

A desconfiguração ocorrida no detetor pode ter ocorrido porque houve movimentações dele dentro da sala e também devido ao desgaste.

Os programas restabelecidos ou criados têm limites de rejeição bastante inferiores, e cada um deles adaptado a cada tipo de produto. Os valores do limite de rejeição foram atribuídos por experimentação com vários exemplares de cada produto.

Quando os limites eram muito baixos era possível detetar fragmentos inferiores, mas aumentava também a percentagem de falsos positivos. Assinalaram-se 4 produtos nos quais ocorreram falsos positivos. Entre eles, a entremeada teve 19%, uma percentagem significativa. Esta validação foi realizada com 50 exemplares a passar pelo detetor. Durante um dia passam muitos mais, o que importa custos consideráveis. Existem duas formas de diminuir essas rejeições erradas, diminuir a sensibilidade ou aumentar o limite de rejeição. Qualquer uma delas pode diminuir também a capacidade de deteção.

A sensibilidade, dos novos programas, foi atribuída em consequência do aconselhamento do próprio técnico do detetor.

No decorrer da criação destes programas foi perceptível que produtos maiores, como as tiras de entrecosto, necessitam de intervalos maiores de compensação do produto, logo, limites de rejeição mais elevados. A maior dificuldade encontrou-se geralmente para esses produtos, pois as variações de peso, dimensão e de condutividade também eram mais acentuadas. Num tipo de produto, os exemplares mais pesados e maiores criavam falsos positivos e os mais leves e pequenos, contaminados, não eram rejeitados. Foi necessário encontrar o equilíbrio. Estes novos programas dificultam a passagem de produtos de massas mais elevadas, como por exemplo 1,0 Kg, devido aos baixos limites de rejeição.

As bifanas eram um produto muito diverso, tinham diferentes gramagens e ademais passavam pelo choque térmico. Não foi possível, com o fragmento H, estabelecer o programa,

de maneira que não gerasse uma grande percentagem de falsos positivos e, ao mesmo tempo, detetasse sempre o fragmento.

O provete de 3,0 mm, essencialmente nos casos referidos, não foi eficaz o suficiente. Então, necessitou-se de seguir para o fragmento H, de 4,0 mm x 3,0 mm.

A maioria dos consumidores, independentemente do fragmento, rejeitaria toda a carne, por perda de confiança no modo de tratamento da carne. Se o tratamento da carne não foi o adequado, podiam existir mais fragmentos espalhados pela carne e outras falhas. Além disso, há consumidores que se preocupariam com a contaminação química por parte do metal.

Os consumidores com mais de 50 anos rejeitariam toda a carne em maior percentagem, comparando com os outros escalões etários. Esse escalão etário tende a apresentar, mais frequentemente, dificuldades na mastigação e na visão e tecidos mais frágeis, o que justifica a opção mais cautelosa. Em relação ao fragmento A, o escalão etário dos 31 aos 50 anos aumentou significativamente a rejeição de todo o produto, enquanto os outros permaneceram inalterados. Provavelmente, esses escalões consideraram, a contaminação em si, como o problema. Por isso, para qualquer uma das dimensões do fragmento, teriam a mesma ação quanto ao tratamento da carne. O escalão entre os 31 e os 50 anos considerou que a contaminação com o fragmento A demonstra um maior desleixo.

Uma percentagem significativa de consumidores toleraria a contaminação e, portanto, não faria reclamação. Muitos destes consumidores informariam os distribuidores, mesmo não reclamando, tendo em conta que acreditavam tratar-se de um erro esporádico.

A maioria dos consumidores reclamaria ao distribuidor. O distribuidor é o meio mais acessível ao consumidor, o que o torna também o maior alvo de reclamações. Mas é até uma vantagem para este, pois a divulgação pública não é tão intensa.

Dos consumidores que reclamariam aos distribuidores, muitos comentaram que seria apenas para informar. Isto é, dar a conhecer aos distribuidores que algo no processamento não estava a decorrer no seu melhor e devia ser aperfeiçoado. O consumidor está mais instruído e preocupado com a segurança alimentar, tem consciência que informar os distribuidores pode ser o melhor meio de a atingir. Ao mesmo tempo, se a contaminação ocorresse várias vezes, os consumidores afirmaram que seguiriam com reclamações para a ASAE e até para os meios de comunicação social. Mais uma vez demonstraram que estão preocupados com a segurança alimentar e não admitem erros graves.

A população feminina reclamaria ligeiramente mais, diferenciando-se da população masculina pelo facto de reclamar à ASAE e ao distribuidor, em simultâneo. Existe uma tendência empírica para considerar as mulheres como consumidores mais atentos e reivindicadores, sobretudo na alimentação. Esta tendência talvez se deva aos hábitos antigos de que as mulheres tratavam das compras. Atualmente o homem tem um papel ativo na lida da casa e por isso cresceu também a sua preocupação com a alimentação. Os resultados evidenciam que as diferenças são mínimas.

Apesar dos consumidores entre 18 e 30 anos terem sido os que responderam, em menor percentagem, que rejeitariam toda a carne, demonstraram ser os que mais reclamariam. Os

jovens são naturalmente mais impulsivos e têm maior facilidade de deslocação e argumentação, o que facilita as reclamações.

O escalão que menos reclamaria seria o escalão etário de maiores de 50, talvez precisamente pela razão inversa dos jovens. Também o desconhecimento dos meios de deteção e das exigências de segurança alimentar atuais podem levar a uma absolvição das contaminações.

São diversos os fatores que podem influenciar a deteção de metais na carne, e devem ser considerados quando se define o limite crítico de controlo. Mas os limites de deteção, dos detetores de metais, estão a melhorar cada vez mais. Os avanços da tecnologia sensorial e computacional têm trazido novos e melhores métodos de deteção de corpos estranhos (Graves *et al.*, 1998), com maiores sensibilidades e capacidades de eliminar os desvios.

A Aviludo trabalha com carne fresca, que é um produto de elevada condutividade (Lock, 1996). Existem variações deste produto que podem influenciar a contaminação e a facilidade de deteção dos metais.

São diversos os tipos de carne tratados e depois submetidos ao detetor de metais. A carne picada, os hambúrgueres e as salsichas passam por um maior número de etapas em que contactam com equipamentos metálicos cortantes: as picadoras, as misturadoras, as formatadoras, etc.. Estas etapas aumentam a probabilidade de contaminação por metais. Até porque, torna-se mais fácil uma lâmina ou peça, destes equipamentos, sofrer danos sem serem notados, devido à complexidade e dimensão dos equipamentos. Para estes produtos a presença de ossos também pode ser considerada como contaminação física, já que nestes não é esperada a sua presença.

A condutividade da carne dificulta a deteção de metais. Como já foi explicado, a condutividade ou o magnetismo dos produtos gera um sinal no detetor, sinal que é ignorado. Dado que o valor emitido pela carne já é elevado, pode disfarçar pequenos fragmentos metálicos, reduzindo, assim, a eficácia de deteção.

Apesar da água pura ser um mau condutor elétrico, os eletrólitos dissolvem-se nesta. Por isso, produtos com elevadas proporções de água apresentam maior condutividade elétrica. Daí muitos dos fornecedores dos detetores de metais referirem uma diminuição de sensibilidade para produtos húmidos.

A carne é um produto húmido e com minerais e várias substâncias que se podem dissolver (Belitz *et al.*, 2009), o que faz com que seja um produto de alta condutividade.

Um trabalho de Sainz e Araujo (2001) identifica a medição da condutividade elétrica total como um método de contabilizar o conteúdo de carne magra. Eles afirmam que esta tem 20 vezes a condutividade elétrica da gordura. Produtos mais gordos, como as salsichas, apresentarão uma condutividade menor, logo sofrerão menos o efeito do produto.

O conteúdo em água e gordura varia de produto para produto e mesmo dentro dos vários exemplares do mesmo produto. Isto é, as bifanas têm uma percentagem de água diferente das costeletas, mas, dentro das bifanas, também existem diferenças entre elas.

Os produtos que sofrem choque térmico (os fatiados) expõem maior exsudado, principalmente se levarem muito tempo até que sejam tratados e acondicionados. Este exsudado faz com que os produtos fiquem de maior condutividade. Por sua vez, caso estes produtos sejam rapidamente tratados e acondicionados apresentam condutividades baixas (Edwards, 2004). Ao longo dos dias, estes produtos, podem exibir uma condutividade muito distinta entre eles.

Em relação aos contaminantes metálicos, a Aviludo pode contar com uma maior proporção de aço inoxidável. Todos os equipamentos usados na sala de desmancha são deste metal. Deste modo, a sensibilidade do detetor deve ser testada para este tipo de metal. Além disso, à partida, se é capaz de detetar uma dimensão aceitável de aço inoxidável, deteta fragmentos ainda menores dos outros metais (Biegel, 2008).

A altura da cabeça do detetor está ligada à sensibilidade do detetor, geralmente quanto mais baixa a cabeça, mais sensível é o detetor (Biegel, 2008; Lock, 1996). Exceto para produtos de alta condutividade (ADS, sem data). A cabeça do detetor da Aviludo tem 135 mm de altura, o adequado para que a generalidade dos produtos passem à vontade.

A velocidade da fita transportadora deve ser alcançada de acordo com o tempo de reação do detetor e não ser alterada. Uma velocidade desajustada ao tempo de reação pode fazer que o produto contaminado seja distribuído e outro não contaminado seja eliminado. Para este detetor a velocidade indicada encontra-se entre os 10 m/min e 45 m/min (Embopack, sem data). A velocidade, no equipamento, é regulada por um botão de escala de 0 a 5. Esse botão estava geralmente regulado na velocidade 3. E permitia, ao detetor, parar a fita transportadora, sem ficar em dúvida qual dos produtos rejeitar.

O ambiente externo, ao detetor, não deve presenciar outros campos eletromagnéticos próximos do detetor, vibrações e grandes flutuações de temperatura (Lock, 1996). A sala de desmancha, onde se encontrava o detetor, tinha todos estes efeitos externos minimizados.

Outros fatores relacionados com a contaminação podem afetar a sensibilidade do detetor, mas sobre estes a Aviludo, ou outra empresa, não tem qualquer conhecimento. Esses fatores são a forma dos contaminantes, a posição destes relativamente à cabeça do detetor e a orientação dos contaminantes em relação às bobinas (ADS, sem data).

Uma solução possível para superar o efeito de orientação é usar um sistema de metal de cabeças duplas ou triplas, ver imagem (Mettler Toledo Safeline, 2009). O facto de usar 2 ou 3 cabeças em ângulos diferentes relativamente à fita transportadora aumenta a probabilidade de o contaminante ser detetado. No entanto, este sistema é mais dispendioso e ocupa muito mais espaço.

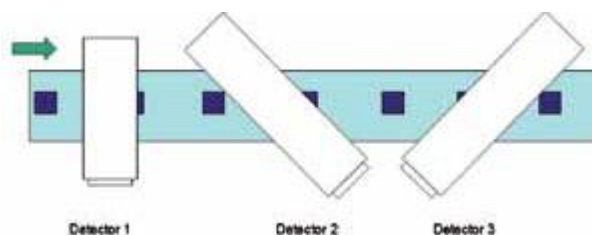


Figura 4.2 Sistema de três cabeças

Todas estas variantes impossibilitam um controlo 100% eficaz.

Os programas inicialmente trabalhados foram ignorados, devido aos acontecimentos surgidos ao longo do estágio. Não se chegou a perceber o porquê da desconfiguração. Pode ser simplesmente uma perda de sensibilidade devido ao uso do detetor.

Os novos programas testados demonstraram que o fragmento H podia ser usado para definir o limite crítico. Foi detetado na maioria dos produtos, com uma baixa percentagem de falsos positivos. O fragmento tinha um comprimento de 4,0 mm e uma largura máxima de 3,0 mm, por isso, considerou-se como um calibrador de diâmetro 4,0 mm.

Atualmente muitas empresas recorrem ao detetor de metais como medida de controlo, sobretudo quando a contaminação por metal é reconhecida como perigo eminente.

Apesar do uso generalizado dos detetores de metais, são muitas as dúvidas em relação ao estabelecimento dos limites críticos de controlo e em que estes se devem basear. Por isso, existem vários tópicos abertos, em fóruns, para discussão. A observação desses fóruns demonstrou que geralmente as empresas adotam, como limite crítico, os limites de deteção fornecidos pelo fornecedor do detetor de metais. No entanto, não sabem como justificá-lo. Geralmente é referida a fonte da FDA, o “Compliance Policy Guide Sec. 555.425”, para o efeito. Muitas vezes, aqueles limites de deteção são afetados pelos fatores, já referidos, e, portanto, esses não são os limites de deteção reais.

Fez-se uma coletânea de dados e conclusões relativos à presença de perigos físicos nos alimentos e à ingestão dos objetos. Na tabela 4.1 constam esses dados.

Os materiais estranhos podem ser considerados como seguros por serem de dimensões demasiado pequenas ou demasiado grandes. Para os grupos de risco - crianças, idosos, doentes psiquiátricos - que podem ver mal ou não ter atenção, possivelmente são mais problemáticos os materiais de dimensões pequenas, por poderem não ser vistos, ingeridos e causarem danos. Os dados da tabela 4.1, referentes à “Consumer Product Safety Commission” e ao “Compliance Policy Guide Sec. 555.425” da FDA revelaram isso mesmo. A “Consumer Product Safety Commission” (1995) identificou objetos menores de 45 mm como perigosos para as crianças e a FDA considerou que os objetos de dimensões inferiores a 7,0 mm são geralmente seguros, exceto para os grupos de risco. Não obstante, objetos superiores a 25 mm não são um perigo, devido à facilidade de deteção.

Outras entidades consideraram 7,0 mm um limite muito elevado e apontaram limites como 2,0 mm, no caso da VWA, a Autoridade de Segurança Alimentar e do Consumidor, da Holanda, para alimentos dirigidos a crianças, e a Agência de Inspeção Alimentar Canadiana para qualquer alimento. A última entidade considera os 2,0 mm como limite, mas afirma que cada empresa deve adaptar-se, dependendo do tipo de produto, modo de consumo, público-alvo, forma, dureza e afiação do material, tipo de material e da facilidade de ser descoberto.

Os dados de Ikenberry *et al.* (2011) e de Arana *et al.* (2001) referem-se à ingestão de objetos estranhos, por crianças, em qualquer situação. Esses estudos sugerem que objetos inferiores a 25 mm não são problemáticos, e, geralmente, acabam por ser eliminados de forma natural.

Um ponto a ser pesado no controlo dos perigos físicos é o público-alvo e o modo de preparação do produto. Os alimentos destinados a grupos de risco e as bebidas exigem maior precaução (Canadian Food Inspection Agency, 2008). Logicamente, a presença de um contaminante num produto a ser preparado (cortado, temperado, etc.), em comparação, com o mesmo contaminante num produto que não necessita de preparação, tem mais probabilidade de ser detetado pelo consumidor.

Também, dependendo dos produtos em questão, os perigos físicos podem ser diferentes. Os preparados não devem conter ossos no seu interior, portanto, a presença destes constitui uma contaminação física. Os ossos como contaminantes são considerados um perigo a partir de 10 mm, sendo que a partir de 20 mm apresentam elevado risco para o consumidor (Ludwig, 1996). A aceitabilidade de dimensões superiores para este tipo de contaminante deve-se à sua forma e natureza. Os ossos ou fragmentos de ossos inferiores a 10mm não costumam ser pontiagudos ou afiados, além disso, são material biológico. Contudo, estes produtos são muitas vezes consumidos por crianças, o que pode agravar as consequências de uma contaminação.

Os produtos da Aviludo mais problemáticos poderão ser a carne picada, os hambúrgueres e as salsichas, ou seja, os preparados. Os fragmentos contidos neste tipo de carnes passarão mais facilmente despercebidos ao consumidor.

São poucos os casos em que a ingestão de objetos estranhos causa danos aos que os ingerem (Goldman, 2002). Geralmente, a presença dos perigos físicos é detetada, ou, quando são demasiado pequenos, acabam por ser eliminados, naturalmente, sem causar danos.

Os consumidores inquiridos não fizeram distinção entre as ações tomadas com a contaminação pelo fragmento H (4,0 mm) e pelo F (7,0 mm). Portanto, tendo em conta que o alimento de estudo foi a carne, a ser preparada pelo consumidor, os 7,0 mm impostos pela FDA parecem adequados.

Tabela 4.1 Conclusões de estudos e avaliações acerca dos perigos dos contaminantes físicos. Na seguinte tabela estão expressas as conclusões, tiradas por várias entidades, da ingestão de perigos físicos. Nem todas as conclusões se baseiam em objetos estranhos ingeridos no momento de alimentação.

Entidade	Especificações
Consumer Product Safety Commission (1995), citado por Goldman, 2002	Objetos esféricos de diâmetro <45 mm são perigosos para crianças de idade inferior a 3 anos, podem ser ingeridos ou inalados podendo alojarem-se na árvore brônquica ou causar oclusão das vias aéreas.
FSIS CFR Parts 319 and 381 Public Health Hazard Analysis Board Ludwig, 1996, em: http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/FR-1996-07-05/pdf/96-17001.pdf	Partículas de osso <10 mm não são considerados um perigo; Partículas de osso de 10-20 mm apresentam um baixo risco; Partículas de osso >20 mm são um potencial perigo e podem causar lesões; Materiais estranhos (vidro, metal, plástico) são um potencial risco de segurança e cada caso deve ser avaliado individualmente.

Continuação da tabela 4.2 Conclusões de estudos e avaliações acerca dos perigos dos contaminantes físicos	
Entidade	Especificações
Dados clínicos da ingestão de corpos estranhos, Goldman, 2002	80 a 90% dos objetos ingeridos são eliminados naturalmente; Apenas 1 a 5% dos ingeridos causa danos.
FDA Health Hazard Evaluation Board (1972-1997), citado por Goldman, 2002	56% dos materiais de 1,0-6,0 mm podem representar um perigo agudo limitado; Dos materiais > 6,0 mm apenas 2.9% foram considerados “seguros”;
Compliance Policy Guide Sec. 555.425, FDA, 2005	Partículas duras e afiadas <7,0 mm raramente causam danos, exceto em grupos de risco; Critérios para apreensão direta: Alimentos que não exigem preparação ou etapas que possam eliminar o perigo e contenham objetos estranhos de 7,0-25 mm; Critérios que recomendam ação legal: Alimentos que exigem preparação ou etapas que possam eliminar o perigo e contenham materiais estranhos de 7,0-25 mm, ou alimentos que contenham materiais estranhos <7,0 mm destinados a grupos de risco, ou alimentos que contenham materiais estranhos >25 mm.
Reference database for hazard identification, Canadian Food Inspection Agency, 2008	Materiais estranhos $\geq 2,0$ mm são considerados um risco moderado para a saúde.
VWA, 2009 (Holanda)	Materiais $\geq 7,0$ mm (FDA) ou $\geq 2,0$ mm, para comida destinada a crianças, são um risco inaceitável para o consumidor.
Arana <i>et al.</i> , 2001	Para objetos estranhos <30 mm, ingeridos por crianças, que chegaram ao estômago, a melhor opção é “esperar e observar”.
Ikenberry <i>et al.</i> , 2011	Objetos pontiagudos no esôfago: endoscopia muito urgente Objetos pontiagudos no estômago ou duodeno, objetos não pontiagudos no esôfago: endoscopia urgente Objetos >25 mm no estômago: endoscopia não urgente

De qualquer forma, usando como limite os 7,0 mm, muitos clientes notariam a contaminação, e, assim, o produto perdia qualidade. Por esse motivo, muitas empresas não estão dispostas a arriscar aquele valor como limite crítico de controle.

Para a maioria dos produtos, a Aviludo poderia definir como limite 4,0 mm de diâmetro, para o aço inoxidável, tendo em conta os resultados.

Os fornecedores de detores de metais, para produtos húmidos e altura da abertura perto de 135 mm, indicam como limite de deteção 2,0 a 2,5 mm para metais ferrosos, 2,5 e 3,5 mm para não-ferrosos e 3,5 a 4,5 mm para o aço inoxidável (tabela 1.3). Portanto, 4,0 mm, comparando com os limites indicados pelos fornecedores, não parece muito díspar.

No entanto, para justificar os limites de deteção, não se poderia usar um fragmento metálico como o usado nos testes. Além de que, era necessário averiguar os limites para os metais ferrosos. Por isso, a Aviludo solicitou novamente ao fornecedor que acurasse o detetor e disponibilizasse provetes de ferroso e de aço inoxidável para testar e readaptar os programas. Os resultados desses testes estão expressos na tabela 4.2.

Geralmente, para produtos condutivos, uma esfera de aço inoxidável costuma ser 200 a 300% maior do que uma esfera de ferroso, para emitir o mesmo sinal que a última (ADS, sem data). Assim sendo, era de esperar que este detetor detetasse um provete de metal ferroso de aproximadamente 2,0 mm de diâmetro.

Apenas alguns programas foram modificados, em função dos produtos que estavam a ser produzidos e da necessidade de alteração dos limites de rejeição. Em alguns casos conjugou-se também a sensibilidade para obter melhores resultados. Quando estes testes foram realizados já se tinha uma noção mais apropriada de quais deviam ser os limites de rejeição para que não houvesse falsos positivos.

Depois da “afinação” do detetor foi possível estabelecer limites de deteção de 2,5 mm e 3,0 mm de diâmetro para o ferroso e o aço inoxidável respetivamente.

Tabela 4.3 Ajustes aos programas e averiguação dos limites de deteção, com provetes, para o ferroso e o aço inoxidável.

Programa	Produto	Sensibilidade	Ø Provette Ferroso	Ø Provette Inox
Programa 1 55 +20	Costeletas lombo	35	2,5	3,0
Programa 2 70+10	Entremeada	40	2,5	3,0
	Bifinhos do lombo/Cachaço			
Programa 3 115+10	Entrecosto	33	2,5	3,0
Programa 4 100+10	Salsichas	40	2,5	3,0
Programa 5 56+10	Carne picada	40	2,5	3,0
Programa 6 85+10	Espetadas	40	2,5	3,0
Programa 7 90+10	Costeletas Cachaço	40	2,5	3,0
Programa 8 100+10	Rojões	40	2,5	3,0
Programa 9 105+10	Espetadas	40	2,5	3,0
Programa 10 130+15	Bifanas	35	2,5	3,0

Esta redução de tamanho já é significativa, proporcionalmente aos 7,0 mm, e, analisando os dados da tabela 4.1, é segura, considerando o produto e o público-alvo em questão.

Pensando no fragmento H, quando ingerido com carne, possivelmente passava despercebido e não causava nenhuma lesão ou ferimento. Mesmo para os grupos de risco esta dimensão não parece afetar a segurança dos consumidores. Todavia, também havia possibilidade de ocorrer, sobretudo se o fragmento for pontiagudo e afiado, estragos dos dentes, laceração da boca, da garganta, do estômago e do intestino, sem gravidade (FDA, sem data).

A detecção do fragmento H, pelos clientes, levaria a reclamações, como se verificou nos questionários.

Os limites considerados ainda se encontram abaixo dos 4,0 mm, respetivos ao fragmento H, o que melhora a situação. A aceitabilidade do consumidor aumentaria devido à diminuição do diâmetro, mas pouco. Inevitavelmente, a contaminação passaria despercebida por muitos consumidores e não causaria danos devido às pequenas dimensões. No entanto, se o objeto for afiado pode causar danos tal como o fragmento H. Além disso, dependendo da posição do metal relativamente à cabeça do detetor, podem passar produtos contaminados com metais de maior dimensão. Ainda assim, consideram-se os limites de detecção definidos, após os ajustes, como seguros e aceitáveis. De qualquer forma é necessário manter a inspeção visual dos equipamentos de corte sempre.

A solução é apostar na prevenção da contaminação, de maneira a que o número de contaminações, aliado às detecções internas seja mínimo. A Aviludo, desde sempre, traçou objetivos bem definidos e consolidados em termos de qualidade, por isso tem em atenção as medidas preventivas como meio de qualidade.

A detecção de metal requer um sistema eficiente e eficaz de parceria, entre os trabalhadores de linha de produção, a equipa da qualidade e a equipa da manutenção, bem como, entre a empresa cliente e o fornecedor. No momento da instalação do detetor deve-se proceder a uma série de testes para verificar se existem erros e poder eliminá-los. Estabelecer a sensibilidade para uma vasta gama de produtos não é simples (Lock, 1996).

Para produtos condutivos é essencial testar o detetor, usando os próprios produtos (Lock, 1996), inserindo os calibradores em pelo menos três pontos, nas condições de produção habituais (Loma Systemns, 2002). Os limites devem ser determinados para os metais ferrosos, os não ferrosos e o aço inoxidável (Lock, 1996). A Aviludo tinha calibradores de metal ferroso e de aço inoxidável. No entanto, o de aço inoxidável não era detetado, e, portanto, não se sabia qual o limite que estava a ser aplicado para esse metal. Saliente-se que este é o metal maioritariamente presente nesta indústria.

Recomenda-se que os utilizadores tenham formação e instruções consistentes. O acesso aos controlos do detetor deve ser controlado e realizado apenas pelas pessoas que tiveram a formação. A empresa em questão tinha este cuidado, apenas o responsável da qualidade da sala de desmancha e uma operadora instruída tinham acesso ao detetor. Isto era controlado através de uma palavra passe.

A monitorização do detetor é extremamente importante, por isso devem ser mantidos registos das verificações, dos produtos rejeitados, alterações realizadas aos programas, introdução de novos programas e de todos os dados considerados relevantes.

Os produtos rejeitados devem ser analisados para verificar a contaminação e averiguar a origem desta.

Diariamente, no início e no final da produção, o detetor deve ser testado relativamente à deteção e ao sistema de rejeição (Loma Systemns, 2002; Lock, 1996). Isto é, colocar os diferentes calibradores num produto e verificar se é detetado e rejeitado. Alguns fabricantes aconselham uma verificação entre 2 a 4 horas (Lock, 1996). Caso alguma das amostras, aquando as verificações, não for rejeitada, é necessário precaver-se para que não siga o percurso habitual. Quando isto sucede, todos os produtos que passaram desde a última verificação estão comprometidos. Cabe à empresa ter um plano, já definido, com as ações a tomar nesta situação. A opção que menos risco causa seria a paragem de produção e reinspeção dos produtos.

É importante o sistema de rejeição ser automático. Em primeiro, facilita a continuação da linha de produção, e, em segundo, evita a tentação dos operadores manterem na linha os produtos rejeitados. Muitas das reclamações inerentes à contaminação física referem-se a produtos que, seguramente, foram rejeitados quando passaram pelo detetor (Lock, 1996; Mettler Toledo Safeline, 2011). Possivelmente, a rejeição do detetor foi ignorada e os produtos voltaram à linha de produção.

O sistema de rejeição também necessita ser verificado, pois o detetor até pode assinalar a presença de metal, mas se o sistema de rejeição não estiver a funcionar corretamente o produto contaminado pode seguir o seu percurso. Falhas comuns dos sistemas de rejeição são a incapacidade de rejeitar produtos seguidos, espaçamento entre produtos desadequado, baixa pressão de ar ou bloqueamento do braço de rejeição e rejeição desadequada ao comprimento do produto (Lock, 1996). Estes fatores devem ser analisados na instalação do detetor, para que possam ser eliminados de imediato (Lock, 1996).

O espaçamento entre os produtos tem de ser aferido, de maneira a que não ocorram deteções erradas, devido à presença de campo eletromagnéticos na zona “livre de metal” (Lock, 1996). Exemplificando, se um fragmento metálico está na extremidade dianteira de um produto, e estiverem muito próximos, o produto à frente do que está contaminado é rejeitado e o contaminado não o é. Durante os testes o calibrador e o fragmento foram dispostos em vários pontos longitudinais, não tendo sucedido esta situação. Pelo que se considerou que o espaçamento era adequado. Para auxiliar a resolução deste problema existem sensores de embalagens e codificadores de velocidade da fita transportadora (Mettler Toledo Safeline, 2011).

Quando o sistema de rejeição é manual pode-se recorrer ao painel de controlo para verificar o número de rejeições diárias e compará-las ao número de produtos rejeitados exatos. Mais uma vez é importante que os fornecedores do detetor expliquem estas funcionalidades, a maioria dos detetores têm estes programas (Lock, 1996).

Com o decorrer do tempo o detetor começa a sofrer desvios, como resultado das variações de temperatura e humidade, o envelhecimento dos componentes eletrónicos e a acumu-

lação de produto na abertura (Lock, 1996). Estes desvios resultam na mudança da sensibilidade. Tipicamente, a sensibilidade aos metais ferrosos melhora e aos metais não ferrosos e ao aço inoxidável torna-se pior (Lock, 1996). Por esta razão, é importante testar o detetor com os vários tipos de metal ou o problema pode ser mascarado. O facto de o provete de 1,0 mm ferroso ter deixado de ser detetado pode provir desse tipo de desvios. De qualquer forma contraria o habitual, já que é costume melhorar a sensibilidade para os metais ferrosos.

Atualmente já existem detetores de metal que são capazes de identificar alterações que possam levar a falhas do detetor (Mettler Toledo Safeline, 2011). Antes que essas mudanças se tornem críticas, é acionado um sistema de advertência, permitindo que se proceda à manutenção de imediato (Mettler Toledo Safeline, 2011). Assim, são evitados custos provenientes de uma potencial interrupção da linha. A manutenção pode decorrer em horários cujo detetor não esteja em funcionamento (Mettler Toledo Safeline, 2011).

Ao escolher um detetor deve-se ter em conta a facilidade de instalação e operação e a resistência à lavagem. Um sistema operativo pouco intuitivo pode levar a complicações. Determinadas indústrias deparam-se com o problema de que o sistema eletrónico não está bem vedado e acaba por entrar humidade. Essa humidade pode conduzir aos desvios da sensibilidade do detetor (Lock, 1996). Também a robustez é importante, porque pode evitar vibrações.

Caso a Aviludo pretenda adquirir outro detetor de metais deve criar uma parceria com o fornecedor ou fabricante de maneira a que estes realizem testes com os seus produtos. É essencial que sejam exigidos os limites de deteção para cada tipo de metal.

O fabricante para além de saber como construir os detetores de metais, compreende todos os fatores envolvidos no sistema de deteção de metal, por isso é a entidade indicada para aconselhar como usar e tirar o melhor partido do detetor.

5. Conclusão

Ao longo dos anos têm-se dado acontecimentos que revolucionaram a alimentação e o modo como ela é encarada. No século passado a alimentação era escassa e provinha do que cada região produzia (European Commission, 2007). Atualmente, os alimentos são produzidos em grande escala, com técnicas avançadas e são distribuídos a nível mundial. Estas mudanças introduziram novos problemas e, conseqüentemente, novos desafios.

Nos anos 50 surgiram várias zoonoses, levando à carência de produtos de origem animal (European Commission, 2007). Adicionalmente, algumas destas, como a tuberculose, eram transmitidas aos homens. Estes factos levaram a uma preocupação com a saúde animal.

O tema “segurança alimentar” passou a ser debatido. Foram criadas entidades reguladoras e fiscalizadoras e programas de auxílio aos produtores alimentares. Entre os principais programas encontra-se o HACCP, que neste momento é obrigatório na Europa (European Commission, 2007).

O HACCP impõe que seja feita uma análise de risco para definir os pontos críticos de controlo numa linha de produção. Os PCC's devem ter associados um limite, que defina o que é considerado um produto seguro e o que não é.

Os PCC's referem-se a qualquer tipo de perigos: perigos físicos, biológicos ou químicos. No entanto, aqueles que mais causam reclamações são os perigos físicos (Edwards *et al.*, 2007). Geralmente a presença de perigos físicos não deteriora o alimento, mas diminui a sua qualidade e pode causar danos ao consumidor.

A melhor forma de combater a contaminação é o uso de Boas Práticas de Fabrico e Higiene, ou seja, prevenindo-a. Ainda assim, existem cada vez mais e melhores meios de deteção dos perigos físicos. Os principais são os métodos de separação mecânica, os óticos e os de interação entre o contaminante e alguma zona do espectro eletromagnético (Graves *et al.*, 1998). Os magnetes, as peneiras, os raios-X e os detetores de metais são alguns exemplos.

Na indústria cárnea o metal está presente em muitas etapas da desmancha, como demonstrou a análise de perigo realizada neste trabalho, o que o torna um potencial contaminante. Por isso, grande parte destas indústrias recorrem ao detetor de metais para diminuir, a um nível aceitável, a presença do metal. O ideal seria um detetor que rejeitasse qualquer dimensão de metal. Mas, são vários os fatores que afetam a sensibilidade do detetor. Esta é afetada pelas características dos produtos, o tipo, a forma e tamanho do contaminante, a orientação do contaminante em relação à cabeça do detetor e a zona em que o contaminante passa (Edwards, 2004). Para além destes, também o ambiente externo pode influenciar a sensibilidade (Edwards, 2004).

A carne é um produto condutivo e, portanto, apresenta grande efeito do produto. Apesar de existirem métodos de eliminar o efeito do produto (ADS, sem data), esse é um fator que dificulta a deteção.

Na hora de comprar um detetor de metais não basta olhar para a sua sensibilidade “teórica”. São necessários testes com os produtos a examinar, porque cada produto tem características diferentes, e em condições semelhantes às que vão decorrer. Algumas empresas de

detetores oferecem os seus serviços para realizar esses testes, e posteriormente indicam os limites que deverão ser aplicados.

A Aviludo, como muitas outras empresas, está fornecida com um detetor de metais. Podem até ter um limite crítico de controlo estabelecido mas não o sabem justificar. Pois, não existe legislação ou regulamentação acerca desta matéria. Com o objetivo de estabelecer um limite crítico de controlo bem justificado procedeu-se a esta investigação.

Estavam definidos quatro programas no detetor de metal da Aviludo, que operavam segundo o tipo de produtos. Realizaram-se testes com esses programas e constatou-se que estavam desadequados. Isto, conjuntamente com a desconfiguração do detetor que ocorreu durante o estágio. O detetor tinha a capacidade de detetar um provete de metal ferroso de 1,0 mm de diâmetro mas no decorrer do estágio essa sensibilidade diminui.

Ainda assim, foi possível comprovar alguns dados. Verificou-se que o detetor de metal, dependendo dos limites de rejeição, não tem a capacidade de analisar produtos superiores a determinadas massas. A zona central da cabeça do detetor é claramente menos sensível. Não se verificaram diferenças na facilidade de deteção quando o contaminante se encontrava na zona magra ou gorda da carne. Mas a zona gorda da carne analisada foi sempre diminuta, pelo que os dados estão influenciados. Os testes que pretendiam verificar o efeito do produto não foram realizados de maneira correta, pelo que não permitiram tirar conclusões válidas. Como esperado a forma e tamanho dos fragmentos influencia a sensibilidade do detetor.

Realizaram-se novos programas e testaram-se com fragmentos provenientes de uma faca. Após criar os novos programas e testá-los ficou claro que, com este detetor e nestas condições, não podia ser usado como limite de deteção menos de 4,0 mm para o aço inoxidável.

Como era necessário estabelecer os limites para o metal ferroso e encontrar um provete de aço inoxidável, contactou-se o fornecedor novamente. Sabia-se que para o ferroso tinha de ser um provete superior a 1,5 mm de diâmetro e para o aço inoxidável maior que 3,0 mm.

O técnico conseguiu afinar o detetor de maneira a que para a maioria dos produtos foi definido o limite de deteção de 2,5 mm e 3,0 mm, para o ferroso e para o aço inoxidável respetivamente. Foram estes os limites que ficaram estabelecidos.

Os contaminantes destas dimensões são seguros, mas a deteção destes fragmentos pelo consumidor provocaria indignação, e levaria a maioria dos consumidores a rejeitar a totalidade da carne e a reclamar ao distribuidor. Por isso a prevenção é essencial. Recorde-se que poderão passar despercebidos fragmentos maiores, de acordo com os fatores que influenciam a sensibilidade do detetor.

A inspeção pelo detetor deve ser realizada, o mais perto possível, do final da produção. Preferencialmente, depois do embalamento, já que após esta fase diminui-se a probabilidade de contaminação.

6. Bibliografia

Abe, T. (2009) Detection of Foreign Bodies and Bones in Meat and Meat Products, In: *Paralell session 6*, 18 de agosto de 2009, Anritsu Industrial Solutions.

ADS (sem data) *Metal Detection Inspection Guide*, Advanced Detection Systems, 25p.

Alanã, G., Crespo, J., Marteache, A., Aguado, A. e González, J. (1996) *Implantación del sistema HACCP en la Industria Cárnica*, Servicio Central de Publicaciones del Gobierno Vasco Duque de Wellington Vitoria Gasteiz, 222p.

Almond Board California (2010) *Hazard Analysis Critical Control Point Program*, Almond Board California, 10p.

APF (sem data) *Physical Hazards in Food*, The Agricultural Policy Framework, 4p.

Arana, A., Hauser, B., Hachimi-Idrissi, S., Vandenplas, Y. (2001) Management of ingested foreign bodies in childhood and review of the literature, *European Journal of Pediatrics*, 160, 468-472.

Assessoria de Comunicação Institucional – TJMG (2011), *Alimento danificado gera indenização*, in: *Denuncio*, <http://www.denuncio.com.br/noticias/alimento-danificado-gera-indenizacao/8872/> consultado em Abril de 2013.

Baptista, P., Pinheiro, G., e Alves, P. (2003) *Sistemas de Gestão de Segurança Alimentar*, Forvisão- Consultoria em Formação Integrada, LDA, 145p.

Belitz, H-D., Grosch, W. e Schieberle, P. (2009) Meat, in: Belitz, H-D., Grosch, W. e Schieberle, P., *Food Chemistry*, 4ª Ed., Springer, 563-616.

Beulens, A., Broens, D., Folstar, P. e Hofstede, G. (2005) Food safety and transparency in food chains and networks - Relationships and challenges, *Food control*, 16, 481 - 486.

Biegel, B. (2008) Metal Machines: How Detectors Can Protect You and Your Plant, *AIB International*, 6-16.

Bowser, T. (sem data) *Metal Detectors for Food Processing*, Robert M. Kerr Food & Agricultural Products Center, 5p.

BSSA (sem data) *Magnetic Properties of Stainless Steel*, <http://www.bssa.org.uk/publications.php?id=12>, consultado em março de 2013.

Burch, T. (2002) Foreign Material Contamination HACCP and Prerequisite Programs, In: *FSIS Technical Conference*, Omaha, Nebraska, 24 de setembro de 2002, Southwest Meat Association.

Burson, D. (2003) *Physical Hazards: HACCP and Food Safety Help for Small Meat and Food Processing Operations*, Universidade de Nebraska.

CAC/RCP 58 (2005) *Código de Práticas de Higiene para a Carne*, Direção Geral de Alimentação e Veterinária, 55p.

Califa, M. (2007), *Recall Case Archive FSIS*, http://www.fsis.usda.gov/PDF/Recall_052_2007_SP.pdf, consultado em abril de 2013.

Canadian Food Inspection Agency (2008) Physical Hazards Section, In: Canadian Food Inspection Agency, Reference Database for Hazard Identification, 236-242.

Cochran, C. (2012), *Recall Case Archive FSIS*, http://www.fsis.usda.gov/PDF/RC_070-2012_SP.pdf, consultado em abril de 2013.

Cochran, C. (2013a), *Recall Case Archive FSIS*, http://www.fsis.usda.gov/PDF/RC_023-2013_SP.pdf, consultado em abril de 2013.

Cochran, C. (2013b), *Recall Case Archive FSIS*, http://www.fsis.usda.gov/PDF/RC_006-2013_SP.pdf, consultado em abril de 2013.

Comissão Codex Alimentarius (2006) *Higiene dos alimentos-Textos básicos*, 3ª Ed, 65p.

Comissão Codex Alimentarius (2011) Section IV: Risks Analysis, in: Comissão Codex Alimentarius, *Procedure Manual*, 20ª Ed, 104-155.

Consumer Product Safety Commission (1995), citado por Goldeman, D. (2002) The Physical Hazards of Foreign Materials, in: *Presentation for the Public Meeting on Foreign Material Contamination*, 24 de setembro de 2002, Food Safety and Inspection Service.

Council of Europe's Policy Statements (2001) Guidelines on Metals and Alloys used as Food Contact Materials, In: Materials and Articles Intended to Come Into Contact with Foodstuffs, 67p.

Diretiva FSIS 7310.5 (2003) Presence of Foreign Material in Meat or Poultry Products, Food Safety and Inspection Service, 7p.

Doménech, E., Escriche, I. e Martorell S. (2008) Assessing the effectiveness of critical control points to guarantee food safety, *Food control*, 19, 557–565.

Edwards, J., (2004) *Detecting foreign bodies in food*, Woodhead Publishing Limited, 306p.

Edwards, J., Stringer, M. e The Breakdowns in Food Safety Group (2007) Observations on patterns in foreign material investigations, *Food Control*, 18, 773–782.

Embopack (sem data) AOCHI AC-RCB-A-III, http://www.embopack.com/aochi_ac-rcb-a-iii.html, consultado em março de 2013.

Engineershandbook a (sem data) <http://www.engineershandbook.com/Materials/ferrous.htm>, consultado em maio de 2013.

Engineershandbook b (sem data b): <http://www.engineershandbook.com/Materials/nonferrous.htm>, consultado em maio de 2013.

European Commission (2007), *50 years of food safety in the European Union*, Ed. Office for Official Publications of the European Communities, 42p.

FDA (2005) *Compliance Policy Guidance Sec. 555.425 Foods, Adulteration Involving hard or Sharp Foreign Objects*, <http://www.fda.gov/ICECI/ComplianceManuals/CompliancePolicyGuidanceManual/ucm074554.htm>, consultado em março de 2013.

FDA (2007) *Hazards & Controls Guide For Dairy Foods HACCP Guidance for Processors*, <http://www.fda.gov/downloads/Food/FoodSafety/Product-SpecificInformation/MilkSafety/DairyGradeAVoluntaryHACCP/UCM292647.pdf>, consultado em abril de 2013.

FDA (sem data) Chapter 20: Metal Inclusion, <http://www.fda.gov/downloads/Food/GuidanceRegulation/UCM252440.pdf>, consultado em março de 2013.

Folha de S. Paulo (2012) *Empresa terá que indenizar criança que quebrou dente após comer biscoito*, <http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/1173819-empresa-tera-que-indenizar-crianca-que-quebrou-dente-apos-comer-biscoito.shtml>, consultado em abril de 2013.

Fonseca, T. (2011) *Implementação dos Sistemas de Segurança Alimentar ISO 22000 e HACCP*, Dissertação de Mestrado, Departamento de Química da UA, Aveiro, 103p.

Food safety program, for processors and distributors (sem data) *Metal Detectors in the Food Industry*, <http://www.gov.mb.ca/agriculture/foodsafety/processor/pdf/cfs02s117g.pdf>, consultado em fevereiro de 2013.

Fsis (1997) *Generic HACCP Model for Raw, Ground Meat and Poultry Products*, Food Safety and Inspection Service, 100p.

Fsis (1999) *Generic HACCP Model for Raw, Not Ground Meat and Poultry Products*, Food Safety and Inspection Service, 100p.

FSIS (2002) Foreign Material Detection and Control, In: FSIS Meeting, Omaha, 24 de setembro de 2002.

FSIS (2005^a) *Generic HACCP Model for Heat Treated, Shelf Stable Meat and Poultry Products*, Food Safety and Inspection Service, 46p.

FSIS (2005b) *Meat and Poultry Hazards and Controls Guide*, Food Safety and Inspection Service United States Department of Agriculture, 35p.

Gaffney, N. (2012) *Recall Case Archive FSIS*, http://www.fsis.usda.gov/PDF/RC_043-2012_SP.pdf, consultado em abril de 2013.

Giles, N. (2008) Metal Out, Money In: Using metal detectors to increase your plant's profits, *AIB International*, 14-16.

Goldman, D. (2002) The Physical Hazards of Foreign Materials, In: Presentation for the Public Meeting on Foreign Material Contamination, 24 de setembro de 2002, Food Safety and Inspection Service.

Graves, M., Smith, A. e Batchelor, B. (1998) Approaches to foreign body detection in foods, *Food Science & Technology*, 9, 21-27.

Gunasekaran, N. (2002) Effect of Fat Content and Food Type on Heat Transfer during Microwave Heating, Tese de Mestrado, Universidade do Estado Virginia e Faculdade do Instituto Politécnico, 129p.

Hæggström, E. e Luukkala, M. (2001) Ultrasound detection and identification of foreign bodies in food products, *Food Control*, 12, 37-40.

Hengel, A. (2011) Introduction. In: Nollet, L. e Helgel, A. (ed), *Food Allergens Analysis Instrumentation and Methods*, Taylor and Francis Group, LLC, 1-13.

Hix, A. (2000) Effect of Evaporative Cooling, Fat Content and Food Type on Pathogen Survival during Microwave Heating, Tese de Mestrado, Universidade do Estado Virginia e Faculdade do Instituto Politécnico, 115p.

Ikenberry, S., Jue, T., Anderson, M., Appalaneni, V., Banerjee, S., Ben-Menachem, T. *et al.*, ASGE Standards of Practice Committee (2011) Guideline Management of ingested foreign bodies and food impactions, *Giejournal*, 76 (6), 1086-1091

Lancaster, J. (1980), Non-Ferrous Metals, in: Lancaster, J., *Metallurgy of Welding*, George Allen & Unwin, 197-223.

Lawley, R., Curtis, L. e Davis, J. (2008) *The Food Safety Hazard Guidebook*, The Royal Society of Chemistry, 422 p.

Lock, A. (1996) *The Guide to Reducing Metal Contamination In the Food Processing Industry*, 3^a Ed, Safeline Metal Detection, 29p.

Loma Systems (2002) *IQ2F Metal Detector*, Loma Systems, 98p.

Loma Systems (sem data) *A Guide to Metal Detection in the Food Manufacturing Industry*, Loma Systems, 8p.

Ludwig, W. (1996) *9 CFR Parts 319 and 381: Public Health Hazard Analysis Board Report*, Food Safety and Inspection Service, 2p.

McCarthy R. (2012) *Olivehurst woman sues Wal-Mart over cracked tooth*, <http://www.appeal-democrat.com/news/lawsuit-121502-tomato-walmart.html>, consultado em abril de 2013.

McFarland, L. (2013), *Recall Case Archive FSIS*, http://www.fsis.usda.gov/PDF/RC_018-2013_SP.pdf, consultado em abril de 2013.

McIntire, R. (2013), *Recall Case Archive FSIS*, http://www.fsis.usda.gov/PDF/RC_015-2013_SP.pdf, consultado em abril de 2013.

Medeiros A, Martins, M., Dornbusch, R., Granada, S. e Araújo, S. (2011) *Rapaz que quebrou dente ao morder clipe dentro de doce receberá R\$ 12 mil*, in: Denuncio, <http://www.denuncio.com.br/noticias/rapaz-que-quebrou-dente-ao-morder-clipe-dentro-de-doce-recebera-r-12-mil/8170/>, consultado em abril de 2013.

Mettler Toledo Safeline (2009) *Detectando mais metais para maior proteção da marca*, Mettler Toledo Safeline, 4p.

Mettler Toledo Safeline (2011) *Aumentando os níveis de devida diligência-Excedendo os padrões na indústria alimentícia*, Mettler Toledo Safeline, 10p.

Neves, E., Cardoso, C. Araújo, A. e Costa. J. (2011) Meat handlers training in Portugal: A survey on knowledge and practice, *Food Control*, 22, 501-507.

Nielen, M. e Marvin, H. (2008) Challenges in Chemical Food Contaminants and Residue Analysis. In: Picó, Y. (ed), *Comprehensive Analytical Chemistry Food Contaminants and Residue Analysis*, Ed. Elsevier B.V , 51, 2-25.

NP EN ISO 22000 (2005) *Sistemas de gestão da segurança alimentar: Requisitos para qualquer organização que opere na cadeia alimentar*, 53p.

Ogston-Gray, S. (2010) *Code of Practice for Metal Detection & X-ray Systems*, Tesco Stores Ltd, 16p.

Olsen, A. (2007) *Chapter 28: Hard or Sharp Objects*, <http://seafood.ucdavis.edu/haccp/compendium/chapt28.htm#>, consultado em maio de 2013.

RASFF (sem data) <https://webgate.ec.europa.eu/rasff-window/portal/?event=SearchForm>, consultado em maio de 2013.

Regulamento (CE) n.º 178/2002 do Parlamento Europeu e do Conselho de 28 de janeiro de 2002 que determina os princípios e normas gerais da legislação alimentar, cria a Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos e estabelece procedimentos em matéria de segurança dos géneros alimentícios, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, 24p.

Regulamento (CE) n.º 852/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de abril de 2004 relativo à higiene dos géneros alimentícios, *Jornal Oficial da União Europeia*, 54p.

Regulamento (CE) n.º 853/2004 do Parlamento Europeu e do Conselho de 29 de abril de 2004 que estabelece regras específicas de higiene aplicáveis aos géneros alimentícios de origem animal, *Jornal Oficial da União Europeia*, 151p.

Roberts, C. (2001) An Overview of Food Safety, in: Roberts, C., *The Food Safety Information Handbook*, Orix Press, 3-32.

Sainz, R. e Araujo, F. (2001) Tipificação de Carcaças de Bovinos e Suínos, in: *I Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Carne*, São Paulo, 22 a 25 de outubro de 2001, 27p.

Santos, A., Pacheco, F., Pereira, H. e Junior, P. (sem data) *Gestão do conhecimento como modelo empresarial*, http://www1.serpro.gov.br/publicacoes/gco_site/m_capitulo01.htm, consultado em março de 2013.

Secretaria de Comunicação Social - TJMGS (2013), *Comida com caco de vidro gera indenização de R\$ 10 mil*, in: *Denuncio*, <http://www.denuncio.com.br/noticias/comida-com-caco-de-vidro-gera-indenizacao-de-r-10-mil/18593/> consultado a em abril de 2013.

Seveum, W. (2012) Role of Prerequisite Programs in Extraneous Material Management, *Kraft Foods North America*.

SICO (sem data) *Aço Steel Acero*, Sociedade Industrial de Cutelarias, Lda., 2p.

Tarr, A. (2013a), *Recall Case Archive FSIS*, http://www.fsis.usda.gov/PDF/RC_010-2013_SP.pdf, consultado em abril de 2013.

Tarr, A. (2013b), *Recall Case Archive FSIS*, http://www.fsis.usda.gov/PDF/RC_017-2013_SP.pdf, consultado em abril de 2013.

The Food Machinery Company LTD (sem data), *Metal Detectors* <http://www.foodmc.co.uk/Products/1336-metal-detectors.aspx>, consultado em abril de 2013.

TJRJ (2006), Fabricante do pão Firenze é condenado por ter quebrado dente de consumidora, in: *Âmbito jurídico*, http://www.ambito-juridico.com.br/site/?n_link=visualiza_noticia&id_caderno=20&id_noticia=9626, consultado em abril de 2013.

TJRJ (2013) *Consumidora será indenizada por achar pedaço de osso em linguiça*, in: *Denuncio*, <http://www.denuncio.com.br/noticias/consumidora-sera-indenizada-por-achar-pedaco-de-osso-em-linguica/17835/> consultado em abril de 2013.

UNL-IANR (2005) <http://www.foodsafety.unl.edu/haccp/start/physical.html>, consultado em maio de 2013.

Veiga, A., Lopes, A., Carrilho, E., Silva, L., Dias, M., Seabra, M., et al. (2009) Perigos físicos, *Perfil de Risco dos Principais Alimentos Consumidos em Portugal*, Direção de Avaliação e Comunicação dos Riscos, 127-156.

VWA (2009) Productvreemde delen in voedsel, *Voedsel en waren autoriteit*, 3p.

Yeung, R. e Morris, J. (2001) Food safety risk - Consumer perception and purchase behavior, *British Food Journal*, 103(3), 170-186.

7. Anexos

Árvore de decisão

